

**OPTIMASI PENAMBAHAN UBI KAYU TERHADAP  
STALING RATE DONAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**INDAH KHARISMA PRAMESWARI**  
**NIM 155100109011005**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**OPTIMASI PENAMBAHAN UBI KAYU TERHADAP  
STALING RATE DONAT**

**Oleh:**

**INDAH KHARISMA PRAMESWARI  
NIM 15510010901105**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelara Sarjana Teknologi Pertanian**

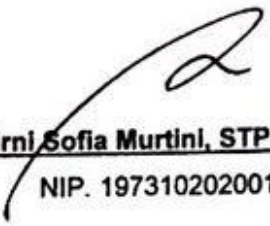


**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Optimasi Penambahan Ubi Kayu Terhadap *Staling*  
*Rate* Donat  
Nama Mahasiswa : Indah Kharisma Prameswari  
N I M : 155100109011005  
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing,



Erni Sofia Murtini, STP., MP., Ph.D  
NIP. 1973102020011 2001

Tanggal Persetujuan:  
..... 19 / 02 / 2018 .....

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Optimasi Penambahan Ubi Kayu Terhadap *Staling Rate*  
Donat  
Nama : Indah Kharisma Prameswari  
NIM : 155100109011005  
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,



Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si  
NIP. 196206121987031031

Dosen Penguji II,



Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP  
NIP. 197005041999032002

Dosen Pembimbing I,



Erni Sofia Murtini, STP., MP., Ph.D  
NIP. 1973102020011 2001



Ketua Jurusan,  
Prof. Dr. Teti Estiasih, STP., MP.  
NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Lulus TA :

## RIWAYAT HIDUP



**Indah Kharisma**, dilahirkan di kota Jakarta pada tanggal 30 Mei 1993. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara yang dilahirkan dari pasangan Bapak Herry Wibowo Eslah dan Ibu Tuti Sumaryati. Penulis memiliki dua orang kakak yaitu kakak pertama seorang pria bernama Wira Buddy Prabowo dan kakak kedua seorang wanita bernama Puspita Mawar Sari. Pada tahun 1999 penulis memulai pendidikannya di jenjang Sekolah Dasar (SD) di SD Angkasa 20 Halim Perdana Kusuma, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2005 hingga 2008 di SMP Negeri 80 Jakarta, Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2008 hingga 2011 di SMA Negeri 42 Jakarta. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan ke tahap yang lebih tinggi yaitu di Program Diploma Institut Pertanian Bogor (IPB) pada program keahlian Supervisor Jaminan Mutu Pangan melalui jalur Undangan Saringan Masuk (USMI) pada tahun 2011 dan lulus pendidikan pada tahun 2014. Selama menjalani pendidikan di Program Diploma IPB penulis mengikuti organisasi kemahasiswaan Badan Eksekutif Mahasiswa dan masuk dalam Departemen Sosial dan Politik. Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Alih Program di Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana penulis menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Optimasi Penambahan Ubi Kayu Terhadap *Staling Rate* Donat”.

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Indah Kharisma Prameswari  
NIM : 155100109011005  
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian  
Judul Tugas Akhir : Optimasi Penambahan Ubi Kayu Terhadap *Staling Rate* Donat

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas.  
Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia  
dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, Februari 2018  
Pembuat Pernyataan,



Indah Kharisma Prameswari  
NIM 155100109011005

## **RINGKASAN**

Donat merupakan produk roti berbentuk bulat dengan khas bentuk cincin berbahan dasar tepung terigu yang dibuat melalui proses penggorengan. Permasalahan yang sering muncul pada produk donat yaitu cepat mengalami *staling* yang berpengaruh terhadap tekstur dan penerimaan konsumen. Proses *staling* dapat dihambat dengan penambahan bahan yang memiliki kadar air dan pati cukup tinggi, salah satunya ubi kayu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi penambahan ubi kayu untuk mendapatkan produk donat dengan *staling rate* yang paling rendah.

Metode penelitian yang digunakan ialah metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RKAf) dan *Response Surface Method* (RSM) dengan desain rancangan satu faktor. Faktor yang dikaji yaitu konsentrasi penambahan tepung terigu dan ubi kayu. Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi penambahan ubi kayu dan respon yang dioptimasi yaitu *staling rate* dengan menggunakan pengukuran kekerasan, *cohesiveness* dan *springiness* pada profil tekstur pada donat setelah proses penyimpanan selama 4 jam, 25 jam, dan 49 jam. Selain itu juga dilakukan pengujian kadar air dan daya serap minyak pada donat setelah proses penggorengan. Konsentrasi ubi kayu yang ditambahkan yaitu 0%; 17,5%; 35%; 52,5%, dan 70%. Data kemudian diolah menggunakan aplikasi *Design Expert 7.0.0*. Donat dengan optimasi konsentrasi penambahan ubi kayu terbaik dianalisa kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, profil tekstur, dan daya serap minyak. Analisa kadar lemak, protein dan karbohidrat digunakan pula untuk menentukan angka kecukupan gizi dari produk donat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ubi kayu dapat berpengaruh terhadap *staling rate*. Konsentrasi penambahan ubi kayu optimum yaitu 14,88% dengan profil tekstur kekerasan sebesar 16,34 mJ, *recoverable* sebesar 9,27 mJ dan *springiness* sebesar 4,51 mm. Penambahan ubi kayu juga berpengaruh terhadap kadar air dan daya serap minyak donat ( $\alpha=0,05$ ). Karakteristik kimia yang terkandung yaitu kadar air 26,74%, kadar abu 0,86%, kadar protein 6,26%, kadar lemak 15,78% dan kadar karbohidrat 50,36% serta memiliki karakter fisik yaitu, daya serap minyak sebesar 9,31%. Kandungan nilai gizi donat dengan penambahan ubi kayu optimum dengan takaran saji 40 gram yaitu memiliki energi sebesar 147 kkal dengan angka kecukupan gizi lemak sebesar 9%, protein 4% dan karbohidrat 6%.

Kata kunci: Daya Serap Minyak, Donat, Kadar Air, Optimasi, *Staling*, Ubi Kayu.

## **SUMMARY**

Donut is a bread product with the typical ring shape made from wheat flour that created through the frying process. Problem that frequently appear on donut is staling that can influence the texture and the consumer acceptance. Staling can inhibited by the addition of material that has a high enough moisture content of starch, one of them is cassava. This research aims to know the optimization of cassava addition to get donuts products with the lowest rate of staling.

This research used factorial random block design and response surface method (RSM) with one factor design. Factors that studied is concentration addition of cassava. The variable is concentration of cassava addition ( $X_1$ ) and the response is staling rate by measurement of hardness ( $R_1$ ), recoverable ( $R_2$ ) and springiness ( $R_3$ ) in donut's profile texture after 4 hours, 25 hours and 49 hours storage. The donuts made with five different concentration from 0% (A1); 17.5% (A2); 35% (A3); 52.5% (A4), and 70% (A5). In addition, moisture content and oil absorption in donuts after frying process also tested to determine the effect of adding cassava to donuts. The result inputted to Design Expert 7.0.0 to found an optimum concentration of cassava addition. The optimum donut has analyzed to water content, fat content, protein content, carbohydrate content, texture profile, and oil absorption. Analysis of fat, protein and carbohydrate content also used to determine the nutritional adequacy of optimum donut.

The research showed that donut staling rate impacted by cassava addition. The optimum concentration of cassava addition in donut is 14,88 % and the profile texture of optimum donut are 16,34 mJ for hardness, 9,27 mJ for recoverable and 4,51 mm for springiness. The addition of cassava also influenced the water level and donut oil absorbability ( $\alpha=0.05$ ). The optimum donut contains water level 26,74%, ash 0.86%, protein 6,26%, fat 15,78% and carbohydrates 50,36% and also oil absorbability oil 9,31% .The nutrition values of optimum donut with cassava addition in 40 grams serving size are 147 kkal of energy, 9% fat, 4% protein and 6% of carbohydrate.

**Keyword:** Cassava, Donut, Oil Absorbability, Optimization, Staling, Water Content



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat-Nya sehingga Proposal Tugas Akhir dengan judul Optimasi Penambahan Ubi Kayu Terhadap *Staling Rate* Donat dapat diselesaikan. Tersusunnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari beberapa pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yaitu Bapak Herry Wibowo dan Ibu Tuti Sumaryati yang selalu memberikan dukungan semangat maupun materi kepada Penulis dalam situasi apapun, serta kepada Ibu Erni Sofia Murtini, STP., MP., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi masukan selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kak Wira, Kak Sari dan Kak Ridho selaku kakak yang selalu memberi semangat selama Penulis menyusun laporan tugas akhir ini adapun teman-teman terdekat penulis selama menjalani pendidikan yang selalu memberikan semangat serta bantuan selama penyusunan laporan tugas akhir yaitu teman satu tim Puji Astuti, kemudian teman terdekat Refpiadi, Putri, Ishmah, Hosna, dan Arista serta teman-teman SAP UB dan seluruh pihak terkait yang selalu membantu dalam pencarian informasi dan namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan banyak pihak yang membutuhkan.

Malang, 09 Januari 2018

Penulis,

Indah Kharisma P.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Hipotesa .....	3
<b>II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Ubi Kayu .....	4
2.2 Donat .....	5
2.3 Karakteristik Donat .....	7
2.4 <i>Bread Staling</i> .....	10
2.5 Bahan-Bahan Pembuatan Donat .....	13
<b>III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	20
3.3 Metode Penelitian .....	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	22
3.5 Analisis .....	24
3.6 Diagram Alir Pengolahan .....	25
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Karakteristik Kimia Bahan Baku .....	27
4.2 Hasil Pengukuran <i>Staling Rate</i> Donat .....	28
4.3 Hasil Optimasi Penambahan Ubi Kayu terhadap Profil Tekstur Donat .....	34
4.4 Penentuan Titik Optimum Profil Tekstur Donat .....	39
4.5 Verifikasi Hasil Optimum Profil Tekstur Donat .....	39
4.6 Karakteristik Donat .....	40
4.7 Karakteristik Donat dengan Profil Tekstur Optimal .....	43
4.8 Informasi Nilai Gizi Donat .....	47
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Plain Doughnut per 100 gram Bahan .....	6
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Bread Wheat Flour per 100 gram Bahan.....	13
Tabel 2.3 Komposisi Rata-rata dan Kisaran Normal Susu Sapi .....	18
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan dengan Metode RSM .....	22
Tabel 3.2 Formulasi Bahan Pembuatan Donat Penambahan Ubi Kayu .....	23
Tabel 4.1 Data Karakteristik Kimia Ubi Kayu.....	27
Tabel 4.2 Analisa Ragam Kekerasan Donat .....	29
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Rerata Pegukuran Kekerasan Donat.....	29
Tabel 4.4 Analisa Ragam <i>Recoverable</i> Donat .....	31
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Rerata Pegukuran <i>Recoverable</i> Donat.....	31
Tabel 4.6 Analisa Ragam <i>Springiness</i> Donat.....	33
Tabel 4.7 Rerata Pengukuran <i>Springiness</i> Donat .....	33
Tabel 4.8 Data Hasil Analisa Respon Profil Tekstur Donat .....	35
Tabel 4.9 Solusi Titik Optimum Konsentrasi Penambahan Ubi Kayu Optimum ..	39
Tabel 4.10 Hasil Verifikasi Profil Tekstur Donat .....	40
Tabel 4.11 Data Hasil Analisa Kadar Air Donat.....	40
Tabel 4.12 Data Hasil Analisa Daya Serap Minyak Donat.....	42
Tabel 4.13 Karakteristik Kimia Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimal ..	43
Tabel 4.14 Karakteristik Fisik Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimum .	44
Tabel 4.15 Informasi Nilai Gizi Donat dengan Penambahan Ubi Kayu.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ubi Kayu .....	4
Gambar 2.2 Donat .....	6
Gambar 2.3 Perubahan Struktur Amilosa dan Amilopektin .....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Lumatan Ubi Kayu .....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Donat.....	26
Gambar 4.1 Grafik Optimasi Kekerasan Pada Donat.....	35
Gambar 4.2 Grafik Optimasi <i>Recoverable</i> Pada Donat.....	37
Gambar 4.3 Grafik Optimasi <i>Springiness</i> Pada Donat .....	38
Gambar 4.4 Adonan Donat Optimum Setelah Fermentasi ke-2 .....	46
Gambar 4.5 Donat Optimum Setelah Proses Penggorengan.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosedur Analisa.....	55
Lampiran 2 Analisa Respon Permukaan Profil Tekstur .....	60
Lampiran 3 Analisis Kadar Air Donat .....	64
Lampiran 4 Analisa Daya Serap Minyak Donat.....	65
Lampiran 5 Analisa Donat Optimum .....	66
Lampiran 6 Perhitungan AKG Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimal...	67
Lampiran 7 Daftar Istilah dan Satuan.....	68
Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian.....	69



## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Donat adalah makanan ringan yang dibuat menggunakan adonan manis melalui proses penggorengan dengan lubang ditengahnya tetapi juga dapat dibuat dalam bentuk bola dan memiliki tekstur yang lembut (BIRT, 2011). Salah satu gerai donat yang cukup populer saat ini di Indonesia adalah Dunkin' Donuts. Dunkin' Donuts (2014) menyatakan bahwa hingga tahun 2014 telah berhasil membuka 200 gerai toko donat di Indonesia. Hal tersebut dapat menggambarkan besarnya ketertarikan konsumen donat di Indonesia.

Donat memiliki beberapa parameter fisik dan kimia yang menjadi acuan mutu dari produk tersebut, diantaranya tekstur dan daya kembang. Permasalahan yang sering terjadi pada produk donat selama proses penyimpanan yaitu terjadinya perubahan pada karakteristik fisik seperti terjadinya *staling*. Proses *staling* ditandai dengan bagian dalam donat atau *crumb* semula empuk dan halus akan berubah menjadi kering, keras dan rapuh, sedangkan pada bagian *crust* atau bagian permukaan donat akan menjadi lunak. Proses *staling* disebabkan oleh adanya proses retrogradasi pati yang berakibat pada meningkatkan kristalisasi atau keteraturan molekul polimer pati sehingga terjadi peningkatan kekerasan *crumb* (Aini, 2014). Salah satu upaya untuk mengurangi potensi terjadinya perubahan tersebut adalah dengan penambahan bahan baku lain yang mengandung kadar air, amilosa dan amilopektin yang cukup tinggi untuk meningkatkan absorpsi air (Lallemand, 2016). Salah satu bahan yang memiliki kadar air, amilosa dan amilopektin cukup tinggi adalah ubi kayu (Rahmiati dkk., 2015).

Ubi kayu merupakan salah satu komoditas jenis umbi yang banyak diproduksi dan dikembangkan di Indonesia. Produksi ubi kayu di Indonesia meningkat dari 17.215.475 ton pada tahun 1993 menjadi 21.801.415 ton pada tahun 2015, dan Jawa Timur memberikan masukan produksi sebanyak 3.161.573 ton pada tahun 2015 (BPS, 2015). Ubi kayu memiliki perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin yang bervariasi. Kandungan amilosa pada ubi kayu berkisar 13-23% sedangkan kandungan amilopektin berkisar 54-72% (Rahmiati dkk., 2015). Kandungan amilopektin yang bersifat rekat dan basah dapat mencegah terjadinya *staling* pada donat (Hidayat dkk., 2007). Selain itu,

produksi ubi kayu di Indonesia juga harus diimbangi dengan pemanfaatan yang baik. Pemilihan ubi kayu sebagai bahan substitusi parsial pada donat juga bertujuan sebagai diversifikasi pangan olahan ubi kayu untuk mendukung swasembada pangan di Indonesia.

Oleh karena, penelitian ini bertujuan sebagai upaya menurunkan *staling rate* pada donat yang menjadi salah satu penyebab penurunan mutu donat selama penyimpanan, serta diversifikasi produk olahan ubi kayu dengan mengetahui optimasi konsentrasi penambahan lumatan ubi kayu. Pada penelitian ini digunakan konsentrasi penambahan ubi kayu sebesar 0% sebagai konsentrasi terendah serta kontrol dan 70% sebagai konsentrasi tertinggi. Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, 70% merupakan konsentrasi penambahan ubi kayu maksimal yang dapat ditambahkan untuk menghasilkan donat dengan karakteristik yang masih dapat diterima.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapakah konsentrasi penambahan ubi kayu optimum untuk menghasilkan donat dengan *staling rate* terendah?
2. Apakah penambahan ubi kayu mempengaruhi kadar air dan daya serap minyak donat?
3. Berapakah nilai gizi yang dihasilkan dari donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu terbaik?

## **1.3 Tujuan**

Secara umum penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ubi kayu terhadap karakter fisik dan kimia pada produk donat sebagai substitusi parsial penggunaan tepung terigu.

Secara khusus penelitian ini bertujuan:

1. Mengkaji optimasi konsentrasi penambahan ubi kayu terhadap *staling rate* donat.
2. Mengetahui pengaruh penambahan ubi kayu terhadap karakteristik fisik donat yaitu, kadar air dan daya serap minyak.
3. Mengetahui informasi nilai gizi pada donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu terbaik.



#### **1.4 Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mendapatkan formulasi yang tepat untuk pembuatan donat dengan bahan tambahan ubi kayu.
2. Memberikan informasi tentang alternatif bahan tambahan pada pembuatan donat.

#### **1.5 Hipotesa**

Diduga konsentrasi penambahan lumatan ubi kayu kukus yang optimum untuk mendapatkan *staling rate* donat terendah berkisar 40-60%. Penambahan ubi kayu pada donat juga dapat mempengaruhi daya serap minyak dan kadar air

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ubi Kayu

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) adalah bahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Selain dapat dikonsumsi dalam bentuk ubi kayu rebus atau goreng, tape dan lain-lain, ubi kayu juga sering diolah menjadi gaplek, tepung gaplek dan tepung tapioka yang merupakan bahan setengah jadi. Berdasarkan sifat fisik dan kimia, ubi kayu merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis ubi kayu yang ditanam (Susilawati dkk., 2008). Ubi kayu biasanya diperdagangkan dalam bentuk masih berkulit. Umbinya mempunyai kulit yang terdiri dari 2 lapis yaitu kulit luar dan kulit dalam. Daging umbi berwarna putih atau kuning. Pada bagian tengah daging umbi terdapat suatu jaringan yang tersusun dari serat dan diantara kulit dalam serta daging umbi terdapat lapisan kambium . Terdapat dua jenis ubi kayu yaitu, ubi kayu putih dan ubi kayu kuning. Ubi kayu putih memiliki kandungan air lebih besar jika dibandingkan dengan ubi kayu kuning yaitu sebesar 62,5 g/100 g bahan, sedangkan ubi kayu putih 60 g/100 g bahan (Muchtadi dkk., 2011).



**Gambar 2.1** Ubi Kayu  
Sumber: (Flora dan Fauna, 2016)

Ubi kayu mengandung energi sebesar 154 kal, protein 1 g, karbohidrat 36,8 g, lemak 0,3 g, kalsium 77 mg, fosfor 24 mg, dan zat besi 1,1 mg. Selain itu di dalam ubi kayu juga terkandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B1 0,06 mg dan vitamin C 31 mg. Hasil tersebut didapat dari melakukan penelitian terhadap

100 g ubi kayu, dengan jumlah yang dapat dimakan sebanyak 85%. (Bargumono dan Wongsowijaya, 2013). Ubi kayu merupakan sumber karbohidrat yang terdiri dari 60-65% air, 20-32% karbohidrat dan 1-2% protein serta memiliki kandungan pati 64-72% dari total karbohidrat. Pati pada ubi kayu terdiri dari 20% amilosa dan 70% amilopektin (FAO, 2017). Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air, sedangkan amilopektin mempunyai rantai cabang dan tidak larut dalam air. Perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin pada pati bervariasi (Rahmiati dkk., 2015). Ketika dipanaskan dalam air, amilopektin akan membentuk lapisan yang transparan, yaitu larutan dengan viskositas tinggi dan berbentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali, sedangkan amilosa cenderung tidak terjadi retrogradasi dan tidak membentuk gel, kecuali pada konsentrasi tinggi (Belitz *et al.*, 2009).

Ubi kayu lebih rendah lemak dibandingkan sereal dan kacang-kacangan. Walaupun begitu, ubi kayu memiliki kandungan protein yang tinggi dibandingkan ubi jalar, kentang dan pisang serta kaya akan vitamin K yang memiliki peran dalam membangun masa tulang sehingga konsumsi ubi kayu dapat menurunkan risiko osteoporosis. Selain itu, vitamin K akan melindungi dan berperan penting dalam pengobatan pasien Alzheimer dengan membatasi kerusakan saraf di otak (Bargumono dan Wongsowijaya, 2013).

## **2.2 Donat**

Donat (*doughnuts* atau *donut*) adalah makanan ringan yang dibuat menggunakan adonan manis melalui proses penggorengan dengan lubang ditengahnya tetapi juga dapat dibuat dalam bentuk bola dan memiliki tekstur yang lembut (BIRT, 2011). Donat juga merupakan salah satu produk roti yang mudah rusak. Umur simpan donat maksimum adalah sekitar 12 jam (IDBBA, 2013). Pada proses penjualan, donat memiliki masa simpan yang lebih singkat tergantung pada faktor suhu, cahaya dan udara yang ada disekitarnya sehingga proses penjualan akan menggunakan sistem *first-in first-out* untuk memastikan kesegaran donat yang maksimal. Permasalahan yang sering terjadi pada donat yaitu mudah mengalami *staling* dan memiliki daya kembang yang kurang maksimal. Perubahan yang terjadi akibat *staling* adalah meningkatnya kekerasan remah (*crumb*), penurunan rasa dan aroma serta hilangnya kerak (*crust*) yang renyah, sehingga konsumen kurang menyukainya (Octaviana dkk., 2016).



**Gambar 2.2** Donat  
Sumber: (Wardayati, 2012)

Terdapat dua metode pembuatan adonan yaitu, metode *straight dough* dan *sponge and dough*. Metode *straight dough* diterapkan pencampuran secara langsung semua bahan menjadi satu kesatuan adonan. Metode *sponge and dough* dilakukan dengan cara membiakkan *yeast* menjadi *sponge* terlebih dahulu sebelum dibuat adonan. Metode terbaik yang digunakan dalam pembuatan donat adalah *straight dough*, karena mempunyai keuntungan toleransi waktu pengadukan, waktu fermentasi lebih cepat, dan pemakaian alat sedikit (Fitria, 2012). Karakteristik donat dapat dilihat melalui warna permukaan donat yang berwarna coklat keemasan dan produk ini menyerap sejumlah minyak selama penggorengan (Shih *et al.*, 2001). Tekstur donat juga dipengaruhi jumlah gluten yang terkandung di dalam tepung terigu, semakin tinggi gluten semakin baik tekstur donat, oleh karena itu dalam pembuatan donat digunakan tepung terigu protein tinggi (Bardiati dkk., 2015). Komposisi kimia donat *plain* dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini,

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia *Plain Doughnut* per 100 gram Bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (kcal)	434
Air (g)	20,82
Protein (g)	5,31
Lemak (g)	24,93
Karbohidrat (g)	47,06
Serat Pangan (g)	1,7

Sumber: USDA (2017)

Pada pembuatan donat dilakukan proses penggorengan menggunakan metode *deep-fat frying*. Penggorengan metode *deep-fat frying* merupakan proses pemasakan melalui kontak dengan minyak panas hingga terendam dan meliputi perpindahan panas dan massa secara simultan dan merata (Ratnaningsih dkk., 2001). Perpindahan panas dan massa yang terjadi secara simultan dan merata akan menyebabkan proses gelatinisasi pati dan denaturasi protein terjadi secara merata. Penggorengan juga akan menyebabkan gas CO<sub>2</sub> yang terbentuk akibat proses fermentasi mengalami hidrasi dan keluar dari pori-pori adonan sehingga donat mengembang (Suprpto dkk., 2012). Selain itu, proses penggorengan juga akan membentuk *crust* dan perubahan warna pada donat akibat reaksi *maillard*. Reaksi *maillard* adalah reaksi yang terjadi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna cokelat yang dikehendaki atau menjadi pertanda penurunan mutu (Arsa, 2016).

## **2.3 Karakteristik Donat**

### **2.3.1 Tekstur**

Tekstur merupakan faktor penting dalam penilaian kualitas donat. Tekstur donat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan donat. Perubahan tekstur dapat terjadi selama proses penyimpanan terutama pada nilai kekerasan (*hardness*). Selama penyimpanan, produk roti cenderung mengalami peningkatan nilai kekerasan (Purhagen *et al.*, 2008). Peningkatan *firmness* selama penyimpanan roti menunjukkan telah terjadi proses *staling*. *Staling* merupakan fenomena penurunan kualitas pada roti yang disebabkan oleh perubahan fisik dan kimia yang terjadi pada *crust* dan *crumb* roti selama proses penyimpanan, tidak termasuk kerusakan yang disebabkan oleh mikrobiologi (Cauvain dan Young, 2007). Selama penyimpanan *crumb* mengalami perubahan menjadi lebih keras, kering dan *crumbly* sementara *crust* menjadi *soft*, perubahan *crumb* selama penyimpanan disebabkan oleh perubahan distribusi kadar air dari *crumb* ke *crust* (Khatkar, 2016).

Pengukuran profil tekstur dapat dilakukan menggunakan alat *texture analyzer*. Salah satu alat *texture analyzer* yang dapat digunakan adalah Brookfield CT3. Brookfield CT3 *Texture Analyzer* akan menghasilkan beberapa

respon yaitu *hardness calculation*, *recoverable calculation*, *stress/strain calculation*, *adhesive calculation*, *springiness calculation*, *cohesiveness calculation*, *gumminess calculation*, *chewiness calculation* dan *tension calculation*. Pada pengukuran profil tekstur donat digunakan tiga respon yaitu *hardness calculation*, *recoverable calculation*, dan *springiness calculation*.

**a. *Hardness Calculation***

Pada hasil pengukuran *hardness calculation* akan didapatkan usaha maksimal yang dibutuhkan untuk menekan suatu bahan pangan. Berdasarkan Brookfield Tecture PRO CT *Operating Instructions*, definisi matematis *hardness* atau kekerasan merupakan nilai maksimal dari siklus kompresi. Pada pengukuran kekerasan tersebut bahan dengan berat tertentu akan diberikan tekanan dalam waktu tertentu dan akan terhitung berapa usaha maksimal yang dibutuhkan.

**b. *Recoverable Calculation***

Hasil *recoverable calculation* pada pengukuran menggunakan *texture analyzer* akan didapatkan besarnya usaha yang diberikan suatu bahan pangan untuk kembali ke bentuk semula ketika diberi tekanan. Berdasarkan Brookfield Tecture PRO CT *Operating Instructions*, definisi *recoverable* secara matematis yaitu area dibawah kurva antara beban dan jarak dimulai dari target (beban atau jarak) sampai beban menjadi nol. Pada pengukuran *recoverable* bahan pangan akan diberikan beban tertentu yang nantinya akan ditekan dengan jarak tertentu lalu dilepaskan kembali, usaha yang diberikan bahan pangan setelah beban terlepas itulah yang dihitung sebagai nilai *recoverable*.

**c. *Springiness Calculation***

Pengukuran *springiness* pada Brookfield Tecture PRO CT didapatkan dari kemampuan bahan pangan untuk kembali ketinggian tertentu diantara tekanan pertama dan kedua sehingga nilai *springiness* dapat menunjukkan elastisitas dari suatu bahan pangan. Secara matematis nilai *springiness* didefinisikan sebagai jarak dari titik kembali ke bentuk semula setelah penekanan siklus pertama ke titik kembalinya setelah penekanan kedua.

### 2.3.2 Daya Serap Minyak

Donat merupakan salah satu jenis pangan yang diolah dengan proses penggorengan. Makanan yang di goreng mempunyai struktur yang sama, yaitu lapisan permukaan (*outer zone surface*), lapisan tengah (*crust*) dan lapisan dalam (*crumb*). Minyak yang diserap untuk mengempukkan *crust* makanan, sesuai dengan jumlah air yang menguap pada saat menggoreng. Jumlah yang terserap tergantung dari perbandingan antara lapisan tengah dan lapisan dalam. Semakin tebal lapisan tengah dan lapisan dalam maka semakin banyak minyak yang terserap. Penyerapan minyak dipengaruhi oleh suhu, lama penggorengan, sifat bahan dan porositas (Dalimunthe dkk., 2012). Daya serap minyak juga dipengaruhi oleh kadar air dari bahan mentahnya. Ketika proses penggorengan berlangsung maka air akan menguap, semakin tinggi kadar air suatu bahan mentah maka penguapan yang terjadi akan semakin banyak dan udara yang keluar juga lebih banyak sehingga rongga atau pori yang ditinggalkan oleh udara akan diisi oleh minyak pada saat penggorengan oleh karena itu semakin tinggi kadar air pada bahan mentah akan menyebabkan semakin tinggi pula daya serap minyaknya (Soekarto, 1985).

### 2.3.3 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan (Safrizal, 2010). Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan karena dapat mempengaruhi tekstur makanan. Kadar air dapat menghambat terjadinya proses *staling* pada produk roti. Bagian *crust* harus terhindar dari penangkapan air dan bagian *crumb* harus terhindar dari evaporasi. Kadar air yang baik pada *crumb* yaitu minimal 40% untuk mencegah terjadinya *staling* pada saat penyimpanan produk roti (Khatkar, 2016).

Pada produk donat, kadar air bahan akan menurun karena proses penggorengan. Penurunan kadar air tersebut disebabkan karena pada saat proses penggorengan air akan keluar melalui rongga-rongga makanan yang

kemudian digantikan oleh minyak (Dalimunthe dkk., 2014). Kadar air yang menurun akan menyebabkan terjadinya proses *staling*. Semakin tinggi kadar air pada produk donat maka proses *staling* setelah proses penggorengan akan semakin lambat. Pada saat donat keluar dari penggorengan dan mengalami pendinginan, molekul pati mulai mengalami retrogradasi. Air yang masih ada setelah proses penggorengan akan perlahan-lahan menguap sehingga donat yang pada awalnya lembut akan menjadi keras dan kering (Aini, 2014).

## **2.4 Bread Staling**

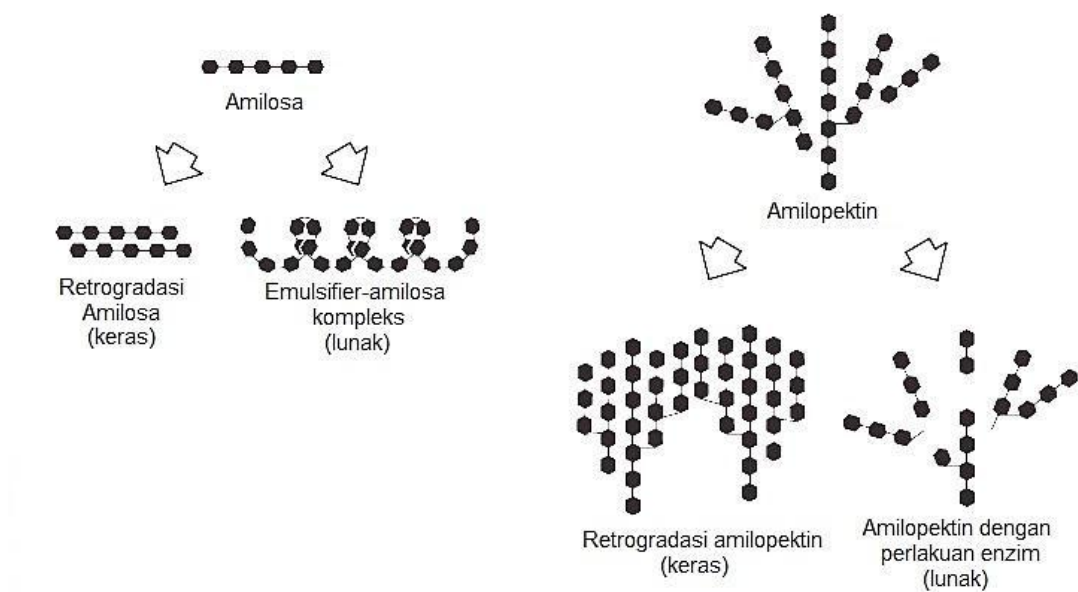
Pati merupakan komponen utama dari produk roti. Pati yang tergelatinisasi maupun yang lisis dari granula selama proses baking menjadi faktor utama pembentuk struktur produk roti. Komponen lainnya yang berperan penting dalam pembentukan struktur produk roti adalah protein gluten yang berasal dari terigu. Secara makroskopis dapat dikatakan bahwa produk roti merupakan produk padat elastis dengan rongga-rongga udara yang terperangkap di dalam bagian padat, dan donat merupakan salah satu dari produk roti yang dibuat melalui proses penggorengan (Khatkar, 2016). Bagian padat pada produk roti terdiri dari dua fase yaitu, fase kontinyu dan fase tidak kontinyu. Fase kontinyu merupakan matriks atau jaringan elastis yang dibentuk oleh ikatan silang antar polimer gluten, antar polimer pati dan interaksi keduanya. Granula pati dalam berbagai bentuk yaitu bengkak, tergelatinisasi parsial atau sempurna yang terperangkap dan tersebar di dalam fase kontinyu disebut sebagai fase tidak kontinyu. Perbedaan panas yang diterima selama proses *baking* menyebabkan perbedaan karakteristik bagian dalam (*crumb*) dan bagian luar (*crust*) roti. Bagian *crust* memiliki tekstur yang renyah (*crispy*) dan mudah retak sementara *crumb* menjadi lebih lunak, empuk dan elastis (Aini, 2014). Selama proses penyimpanan produk roti akan terpapar udara dan terjadi perubahan suhu lingkungan sehingga memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik pada *crust* maupun *crumb* menjadi lebih keras. Perubahan karakteristik yang tidak diinginkan tersebut disebut *staling* (Mirzaei dan Movahed, 2013).

Menurut Khatkar (2016), *Staling* digolongkan menjadi dua yaitu *crust staling* dan *crumb staling*. Proses *crust staling* yaitu terjadi perubahan *crust* dari renyah, rapuh dan kering menjadi lunak, alot dan *leathery*. Hal ini disebabkan oleh perpindahan air dari bagian tengah *crumb* menuju ke *crust*. *Crust* yang



bersifat higroskopis secara mudah menyerap air yang ada sehingga menjadi lunak dan *leathery*, sedangkan *crumb staling* adalah perubahan sifat pati sampai batas tertentu. Protein yang ada mengambil air yang dikeluarkan dari pati sehingga menyebabkan perubahan fraksi pada pati. Pada suhu rendah, pati akan berubah fraksi sehingga kemampuan untuk menahan air menurun sehingga menyebabkan *crumb* menjadi kurang elastis, rapuh dan keras. Hal ini juga menyebabkan hilangnya aroma pada roti. Berdasarkan hal tersebut maka *crumb staling* lebih memiliki korelasi dengan *bread staling*.

Proses *bread staling* mengindikasikan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk rerotian karena perubahan karakteristik sensori (tekstur dan *flavor*) produk dan bukan oleh pertumbuhan mikroba. Selama *staling*, distribusi air di dalam roti berubah. Aktivitas air *crumb* yang lebih tinggi dari *crust* menyebabkan air berpindah dari bagian *crumb* ke *crust*. Proses retrogradasi pati (amilopektin) yang berakibat pada meningkatnya kristalisasi atau keteraturan molekuler polimer amilopektin merupakan penyebab utama dari peningkatan kekerasan *crumb*. Selain itu, terperangkapnya sebagian air di dalam kristal pati selama proses retrogradasi menyebabkan distribusi air di dalam *crumb* bergeser dari gluten ke amilopektin sehingga menurunkan ketersediaan air sebagai *plasticizer* pada matriks gluten. Hal ini menyebabkan tekstur *crumb* menjadi kering dan rapuh (Aini, 2014). Perubahan struktur amilosa dan amilopektin pada saat mengalami pengerasan dan pelunakan dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Perubahan Struktur Amilosa dan Amilopektin  
Sumber: (Lallemand, 2016)

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *staling* pada produk roti yaitu bahan baku, proses pembuatan, suhu, *emulsifier* dan enzim. Bahan baku merupakan salah satu penyebab terjadinya pengerasan *crumb* dan perubahan kadar air. Lemak dapat memperlambat *staling* dengan meningkatkan volume pengembangan pada produk roti salah satunya donat. Gula juga dapat memperlambat *staling* dengan mempertahankan kadar air, dan beberapa bahan baku lain yang dapat meningkatkan absorpsi air juga dapat menghambat terjadinya *staling*. Proses pembuatan produk roti juga dapat memberikan pengaruh terhadap kelembutan *crumb* dan juga volume pengembangan. Proses fermentasi dan *mixing* sangat berpengaruh untuk menghasilkan produk roti dengan pengembangan dan kelembutan yang maksimum. Absorpsi air, pemanggangan dan penggorengan juga dapat merubah kandungan air pada *crumb*. Suhu juga mempengaruhi semua aspek yang terjadi pada *staling*. Pengerasan *crumb* tercepat terjadi pada suhu antara -6 °C sampai dengan 10 °C, tetapi suhu yang tinggi yaitu diatas 35 °C juga dapat mempengaruhi rasa dan warna. Suhu optimum penyimpanan produk roti yaitu 21-35 °C. Adanya emulsifier pada produk roti dapat berfungsi sebagai *antistaling agent* karena *emulsifier* dapat meningkatkan kelembutan pada produk roti. *Emulsifier* akan berinteraksi dengan rantai lurus yang ada di dalam granula pati dan menjaga agar tidak terdifusi keluar dari granula pati. Enzim juga berpengaruh terhadap proses *staling* enzim tersebut yaitu alfa-amilase. Enzim alfa-amilase digunakan sebagai *antistaling agent* karena dapat memperlambat laju pengerasan *crumb* dan juga memperlambat migrasi air. Alfa-amilase memutuskan rantai panjang dari pati selama proses pembuatan, pemanggangan dan penggorengan sehingga tidak terjadi pengerasan, tetapi terlalu banyak enzim alfa-amilase (Lallemand, 2016).

Pada proses pembuatan donat, penggorengan merupakan salah satu proses yang dapat memicu potensi terjadinya *staling* karena pada saat proses penggorengan air pada adonan donat akan menguap dan minyak akan mengisi rongga yang ada pada adonan, sehingga kadar air akan berkurang (Soekarto, 1985). Setelah proses penggorengan, donat akan ditiriskan dan akan terjadi penurunan suhu. Penurunan suhu akan menyebabkan potensi *staling* semakin besar karena pada suhu rendah pati akan berubah fraksi sehingga kemampuan untuk menahan air menurun sehingga menyebabkan *crumb* menjadi kurang elastis, rapuh dan keras (Khatkar, 2016).

## 2.5 Bahan-Bahan Pembuatan Donat

### 2.5.1 Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan hasil penggilingan biji gandum. Sebelum digiling, biji gandum harus dipisahkan terlebih dahulu dari sekam, kulit ari dan bagian lembaga. Lembaga biji gandum banyak menghasilkan minyak sehingga jika ikut digiling, tepung terigu yang dihasilkan mudah mengalami ketengikan (Muchtadi dkk., 2011). Persentase penambahan tepung terigu pada pembuatan roti berkisar 55-65% (BIRT, 2011). Pada proses pembuatan donat digunakan tepung terigu protein tinggi yaitu dengan kadar protein tinggi. Tepung terigu protein tinggi (*hard wheat*) adalah tepung terigu dengan kadar protein minimal 12% (Manley, 1983). Tepung terigu harus mampu menyerap air dalam jumlah banyak untuk mencapai konsistensi adonan yang tepat, dan memiliki elastisitas yang baik untuk menghasilkan roti dengan remah yang halus, tekstur lembut dan volume yang besar (Koswara, 2009).

Komponen utama yang terkandung di dalam tepung terigu seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, besi dan vitamin A cukup tinggi. Komposisi kimia tepung terigu dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Komposisi Kimia *Bread Wheat Flour* per 100 gram Bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (kal)	361
Protein (g)	11,98
Lemak (g)	1,66
Karbohidrat (g)	72,53
Besi (mg)	4,41
Vitamin A (IU)	2
Serat Pangan (g)	2,4
Air (g)	13,36

Sumber: (USDA, 2017)

Tepung terigu mengandung gluten yang dapat membedakan antara tepung terigu dengan tepung lainnya. Gluten merupakan suatu senyawa yang terdapat di dalam tepung terigu yang memiliki sifat kenyal serta elastis, yang diperlukan dalam pembuatan roti agar dapat mengembang dengan baik. Kandungan gluten menentukan kadar protein pada tepung terigu, semakin tinggi

kadar gluten, semakin tinggi kadar protein tepung terigu tersebut. Kadar gluten pada tepung terigu yang menentukan kualitas pembuatan suatu makanan, sangat tergantung dari jenis tepung terigunya (Apriyani, 2013). Adonan roti mempunyai sifat yang liat atau elastis dan licin permukaannya. Gluten merupakan komponen tepung terigu yang membentuk sifat tersebut (Muchtadi dkk., 2011). Selain gluten komponen terbesar pada tepung terigu adalah pati. Pati pada tepung terigu terdiri dari 25% amilosa dan 75% amilopektin. Amilosa dan amilopektin memiliki sifat fisik yang berbeda. Amilosa dapat dengan cepat berdifusi keluar dari granula pati suhu 60°C. Pada suhu tersebut amilosa akan membengkak dan terhidrasi. Amilosa dapat dengan mudah dipecah secara keseluruhan menjadi gula maltosa oleh enzim beta-amilase serta dapat teretrogradasi dengan cepat saat terjadi penurunan suhu setelah tergelatinisasi, sedangkan amilopektin tidak mudah berdifusi keluar dari granula pati saat tergelatinisasi. Amilopektin dapat dipecah menjadi dextrin oleh enzim alfa-amilase. Berbeda dengan amilosa, amilopektin mengalami retrogradasi yang lebih lambat setelah tergelatinisasi tetapi berkontribusi terhadap pengerasan pada produk roti (Lallemand, 2016).

### 2.5.2 Telur

Telur memiliki komposisi kimia didasarkan pada berat telur 58 g dengan 11% kulit, 58% putih telur dan 31% kuning telur. Sebutir telur berisi 6-7 gram protein. Protein telur mempunyai kualitas yang tinggi untuk pangan manusia. Protein telur berisi semua asam amino esensial yang berkualitas sangat baik sehingga sering dipakai untuk standardisasi mengevaluasi protein pangan lain. Telur juga mengandung 6 g lemak yang mudah dicerna. Jumlah asam lemak tidak jenuh lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat pada produk hewani yang lain (Muchtadi dkk., 2011).

Telur memiliki beberapa sifat fungsional salah satunya yaitu daya emulsi (*emulsifying properties*). Emulsi adalah campuran antara dua jenis cairan yang secara normal tidak dapat bercampur yaitu salah satu fase terdispersi dalam fase pendispersi. Kuning telur merupakan emulsi minyak dalam air. Kuning telur mengandung bagian yang bersifat *surface active* yaitu lesitin, kolesterol dan lesitoprotein. Lesitin mendukung terbentuknya emulsi minyak dalam air (o/w), sedangkan kolesterol cenderung untuk membentuk emulsi air dalam minyak

(w/o) (Muchtadi dkk., 2011). Berdasarkan salah satu sifat fungsionalnya maka penambahan telur pada pembuatan donat dapat membentuk terbentuknya emulsi yang nantinya akan membuat tekstur lembut pada donat (BIRT, 2011).

### 2.5.3 Gula

Penambahan gula pada pembuatan donat berfungsi sebagai bahan pemanis. Selain sebagai bahan pemanis, gula juga akan dimanfaatkan oleh sel khamir atau ragi yang ditambahkan untuk difermentasi dan menghasilkan gas karbondioksida. Gula juga berperan dalam pembentukan warna coklat dan menahan air pada adonan. Persentase penambahan gula pada pembuatan produk roti yaitu berkisar 4-10%. (BIRT, 2011). Gula yang dimanfaatkan oleh sel khamir, umumnya hanya gula-gula sederhana, glukosa atau fruktosa, yang dihasilkan oleh pemecahan enzimatis molekul yang lebih kompleks, seperti sukrosa, maltosa, pati atau karbohidrat lainnya. Sukrosa dan maltosa dapat dipecah menjadi gula sederhana (heksosa) oleh enzim yang ada dalam sel khamir, sedangkan pati dan dekstrin tak dapat dipecah oleh khamir. (Koswara, 2009).

Penggunaan gula pada pembuatan donat, selain sebagai pemanis dan nutrisi untuk pertumbuhan sel khamir juga akan menambah *flavor* dan memberi warna coklat pada saat dipanggang atau digoreng, tetapi pemakaian gula yang terlalu banyak dapat melemahkan gluten, oleh karena itu penggunaan gula pada pembuatan donat perlu diperhitungkan (Mulyatiningsih, 2003).

### 2.5.4 Ragi

Ragi yang digunakan dalam pembuatan donat adalah ragi yang sama pada pembuatan roti yaitu dibuat dari sel khamir *Saccharomyces cereviceae*. Saat ini ragi roti telah diproduksi secara besar-besaran dengan isolat *S. cereviceae* dalam medium molase (Mulyatiningsih, 2003).

Khamir yang berkualitas baik dijual dalam kemasan yang rapat dan disimpan di tempat kering. Kriteria yang penting dari kultur mikroba agar dapat digunakan sebagai inokulum dalam proses fermentasi menurut Anshori (1998) yaitu sebagai berikut:

1. Tersedia cukup sehingga dapat menghasilkan inokulum dalam takaran yang optimum.
2. Berada dalam bentuk morfologi yang sesuai.
3. Bebas kontaminasi.
4. Dapat menahan kemampuan membentuk produk.
5. Sehat dan masih dalam kondisi aktif sehingga dapat mempercepat fase adaptasi.

Ragi berfungsi untuk mengembangkan adonan roti dengan memproduksi gas  $\text{CO}_2$ , memperlunak gluten dengan asam yang dihasilkan dan juga memberikan rasa dan aroma pada donat. Ragi ditambahkan sebanyak 1-1,5% pada pembuatan produk roti. Khamir akan menghasilkan karbondioksida yang digunakan untuk mengembangkan adonan dengan memfermentasi gula. Gula ini dapat berasal dari tepung, yaitu sukrosa atau dari gula yang sengaja ditambahkan ke dalam adonan seperti gula tebu dan maltosa. Ragi mengandung beberapa enzim yaitu protease, lipase, invertase, maltase dan zymase. Protease memecah protein dalam tepung menjadi senyawa nitrogen yang dapat diserap sel khamir untuk membentuk sel yang baru. Lipase memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserin. Invertase memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Maltase memecah maltosa menjadi glukosa dan zymase memecah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida. Akibat dari fermentasi ini timbul komponen-komponen pembentuk flavor roti, diantaranya asam asetat, aldehid dan ester. Suhu dan kondisi RH sangat mempengaruhi aktivitas ragi dan produksi gas. Suhu optimum pertumbuhan ragi yaitu 30-35°C dengan RH 85% dan pH optimum sebesar 4-6, pH dibawah 3 dapat menginaktivasi ragi. Tekanan osmotik juga memberikan efek pada aktivitas ragi (Khatkar, 2016).

### **2.5.5 Air**

Air merupakan bahan yang berperan penting dalam pembuatan roti, antara lain gluten terbentuk dengan adanya air. Air sangat menentukan konsistensi dan karakteristik reologi adonan, yang sangat menentukan sifat adonan selama proses dan akhirnya menentukan mutu produk yang dihasilkan. Air ditambahkan sebanyak 55-65% pada adonan produk roti (Koswara, 2009). Air juga berfungsi sebagai medium fermentasi yang diperlukan untuk pertumbuhan yeast. Air juga merupakan medium fermentasi yang diperlukan untuk

pertumbuhan khamir. Medium cair yang digunakan bisa berupa susu segar, susu bubuk yang dicairkan atau air minum biasa (Mulyatiningsih, 2003).

Jumlah air yang digunakan tergantung pada kekuatan tepung dan proses yang digunakan. Faktor-faktor yang terlibat pada proses penyerapan air antara lain, jenis dan jumlah protein, serta air sebanyak 45,5% akan berikatan dengan pati, 32,2% dengan protein dan 23,4% dengan pentosan. Banyaknya air yang dipakai akan menentukan mutu dari adonan yang dihasilkan (Koswara, 2009). Kandungan air pada adonan juga dapat mempengaruhi proses *staling*. Amilosa pada granula pati dapat menahan air dengan membentuk ikatan hidrogen. Roti dengan kadar air sebesar 35-36% dapat mempertahankan kesegarannya lebih lama (Khatkar, 2016).

#### **2.5.6 Garam**

Garam adalah bahan utama untuk mengatur rasa. Garam akan membangkitkan rasa pada bahan-bahan lainnya, membantu membangkitkan aroma dan meningkatkan sifat-sifat roti. Garam merupakan bahan yang penting pada pembuatan produk roti. Garam memberikan pengaruh pada saat proses fermentasi dengan membantu pembentukan CO<sub>2</sub> serta komponen flavor. Garam juga memperkuat struktur gluten sehingga dapat meningkatkan pengembangan dan membentuk tekstur berongga pada produk roti (Khatkar, 2016). Penambahan garam pada pembuatan produk roti yaitu sebanyak 1-1,5% (BIRT, 2011). Garam yang digunakan dalam pembuatan adonan donat dapat mengontrol fermentasi yang terjadi. Garam memberi pengaruh pada pengembangan adonan serta memberi kontribusi pada kekuatan gluten selama *proofing* berlangsung. Terlalu banyak garam dalam adonan dapat memperlambat fermentasi, tetapi terlalu sedikit garam dapat membuat adonan memiliki kualitas rasa yang rendah, sehingga kurang dapat diterima oleh orang yang mengkonsumsinya. Pencampuran garam dalam adonan tidak boleh terlalu dekat dengan ragi karena akan menyebabkan ragi mati (Mulyatiningsih, 2003).

#### **2.5.7 Margarin**

Margarin merupakan produk makanan berbentuk emulsi (w/o), baik semi padat maupun cair yang terbuat dari lemak (BSN, 2002). Penambahan lemak dalam adonan akan mempermudah pemotongan donat dan juga dapat menahan

air, sehingga membuat masa simpan donat lebih panjang dan kulit donat lebih lunak (Aini, 2014). Selain itu penambahan lemak juga menyebabkan nilai gizi dan rasa lezat donat bertambah. Lemak dapat berfungsi sebagai pelumas sehingga akan memperbaiki remah donat dan juga dapat membuat donat lebih lunak (Koswara, 2009). Keberadaan lemak akan mencegah pengembangan gluten karena lemak melapisi molekul pati dan mencegah penetrasi air ke dalam pati. Lemak akan melapisi terigu sehingga adonan yang terbentuk dicegah pengembangannya dan menjadi rapuh. Karena sifat lemak yang mencegah pengembangan gluten, lemak ditambahkan setelah gluten dikembangkan. Konsentrasi lemak rata-rata yang ditambahkan pada pembuatan roti adalah 2-3% dari berat terigu digunakan (Indrawan, 2014).

#### 2.5.8 Susu

Susu merupakan emulsi lemak dalam air yang mengandung garam-garam mineral, gula dan protein. Penggunaan susu untuk produk-produk *bakery* berfungsi membentuk flavor, mengikat air, sebagai bahan pengisi, membentuk struktur yang kuat dan porous karena adanya protein berupa kasein, membentuk warna karena terjadi reaksi pencoklatan dan menambah keempukan karena adanya laktosa. Pada pembuatan roti, susu ditambahkan sebanyak 0-0,82% (Koswara, 2009). Penambahan gula, telur dan susu dapat menghambat terjadinya proses *staling*. Susu sebagai sumber protein dapat memerangkap air sehingga menghambat retrogradasi (Aini, 2014).

Pada **Tabel 2.3** dapat dilihat komposisi rata-rata susu, kisaran paling besar terjadi pada kandungan lemak. Kadar lemak susu sangat dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal.

**Tabel 2.3** Komposisi Rata-rata dan Kisaran Normal Susu Sapi

Komposisi	Rata-rata (%)	Kisaran Normal (%)
Air	87,25	89,50 – 84,00
Lemak	3,8	2,60 – 6,00
Protein	3,5	2,80 – 4,00
Laktosa	4,8	4,50 – 5,20
Mineral	0,65	0,60 – 0,80

Sumber: (Muchtadi dkk., 2011).



Kandungan lemak pada susu juga berkontribusi dalam menghambat pengembangan gluten sehingga membuat roti lebih lunak dan mudah dipotong. Kisaran penambahan susu pada produk roti yaitu berkisar 0-5% (Indrawan, 2014).

#### **2.5.9 Minyak**

Minyak merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada pengolahan bahan-bahan makanan. Pada produk donat minyak berfungsi sebagai media penggorengan. Minyak akan menggantikan air yang berada pada rongga-rongga adonan. Dalam proses penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Tangkudung, 2014). Panas yang dihantarkan oleh medium minyak akan diterima oleh bahan akan dipergunakan untuk berbagai keperluan yaitu, penguapan air, gelatinisasi pati, denaturasi protein, pencoklatan dan karamelisasi (Ratnaningsih dkk., 2007).

### III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Biokimia Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan September 2017 – Desember 2017.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.2.1 Bahan

Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan donat dengan penambahan ubi kayu adalah ubi kayu putih jenis Tambak Udang yang diperoleh dari Pasar Besar Kota Malang dan tepung terigu protein tinggi (Cakra Kembar, Bogasari) serta bahan tambahan yang digunakan yaitu gula pasir, telur, susu *full cream*, ragi (Fermipan), garam, margarin, minyak goreng dan air mineral.

Adapun bahan untuk proses analisa kimia yaitu,  $H_2SO_4$  (Merck), akuades, NaOH (Merck),  $CHCl_3$ , alkohol, HgO,  $K_2SO_4$ ,  $H_3BO_3$  (asam borat), indikator merah metil dan biru metil, enzim pepsin, enzim pankreatin, buffer fosfat, petroleum eter, serta iodin.

##### 3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada pembuatan donat dengan penambahan ubi kayu diantaranya yaitu, *mixer* (Kitchen Aid, Germany), *food processor* (Philips), timbangan digital, loyang, kain, gelas ukur, penggorengan, kompor, dan *rolling pin* kayu.

Alat yang digunakan untuk analisis adalah oven listrik (Mettler), tanur listrik (Thermolyne), kompor listrik (Maspion), *soxhlet extractor*, *kjeldahl destillation unit* (Buchi), *waterbath* (Mettler), desikator (Simax), labu lemak, labu kjeldahl (Buchi), lemari asap, buret, statif, *CT3 Texture analyzer* (Brookfield Engineering Labs Inc., USA) dengan *software TexturePro CT V1.4 Build 17*, *beaker glass* (Pyrex), cawan aluminium, cawan porselen, *aluminium foil*, wadah plastik bening, mortar, erlenmeyer (Hera), kertas saring, dan spatula.

### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian dilakukan menjadi dua tahap. Tahap pertama dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui penambahan ubi kayu yang menghasilkan donat dengan karakteristik tidak jauh berbeda dengan karakteristik donat yang beredar dipasaran. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan donat dengan penambahan ubi kayu menggunakan konsentrasi sebesar 0%, 20%, 50%, 70% dan 80%. Produk donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 80% telah memiliki penampakan fisik yang tidak dapat diterima karena memiliki bentuk dan tekstur yang tidak menyerupai donat yang dijual komersil, sedangkan donat dengan konsentrasi 0%, 20%, 50% dan 70% memiliki bentuk dan tekstur yang menyerupai donat yang dijual secara komersil.

#### 3.3.2 Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang optimum agar menghasilkan donat dengan *staling rate* yang rendah dengan waktu penyimpanan. Metode penelitian utama yang digunakan ialah Rancangan Kelompok Faktorial (RAKF) dilanjutkan dengan uji BNJ 5% dan metode *Response Surface Method* (RSM) dengan desain rancangan satu faktor. Faktor yang dikaji yaitu rasio penambahan tepung terigu dan ubi kayu serta lama waktu penyimpanan donat. Pengolahan data menggunakan metode RAKF dilanjutkan dengan uji BNJ 5% dengan aplikasi *Minitab 17* bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh konsentrasi penambahan ubi kayu dan waktu penyimpanan terhadap profil tekstur donat selain itu juga melihat *staling rate* pada donat tersebut, setelah itu dilakukan analisa data menggunakan RSM. Variabel bebas yang digunakan pada adalah konsentrasi penambahan ubi kayu ( $X_1$ ) dan respon yang akan dioptimasi yaitu kekerasan ( $R_1$ ), *recoverable* ( $R_2$ ) dan *springiness* ( $R_3$ ) hasil pengukuran profil tekstur pada donat di jam ke-25. Konsentrasi penambahan ubi kayu terendah adalah 0% dan tertinggi adalah 70%. Kemudian rancangan percobaan RSM tersebut dimasukan ke dalam aplikasi *Design Expert* 7.0.0 dengan 7 *run* percobaan. Kemudian didapatkan 5 perlakuan yaitu penambahan donat dengan konsentrasi 0% (A1); 17,5% (A2); 35% (A3); 52,5% (A4), dan 70% (A5). Rancangan percobaan optimasi penambahan ubi kayu pada donat dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1** Rancangan Percobaan dengan Metode RSM

Kode	Std	Run	Konsentrasi Ubi Kayu (%) $X_1$	Kekerasan (mJ) $R_1$	Recoverable (mJ) $R_2$	Springiness (mm) $R_3$
A3	7	1	35,00			
A4	4	2	52,50			
A1	2	3	0,00			
A5	5	4	70,00			
A2	3	5	17,50			
A1	1	6	0,00			
A5	6	7	70,00			

Setelah didapatkan hasil pengujian maka dilakukan perhitungan data menggunakan aplikasi *Design Expert 7.0.0* untuk mendapatkan optimasi terbaik dari penambahan ubi kayu terhadap profil tekstur donat yang digunakan sebagai paramater *staling rate*. Donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu yang paling optimum kemudian dianalisa sifat kimia dan fisik yaitu sifat kimia meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat serta sifat fisik yaitu daya serap minyak dan profil tekstur.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan ditetapkan konsentrasi terendah penambahan lumatan ubi kayu sebesar 0% (kontrol) dan konsentrasi tertinggi sebesar 70%. Kemudian dilakukan penelitian utama untuk mengetahui konsentrasi yang optimum agar menghasilkan donat dengan *staling rate* yang rendah dengan waktu penyimpanan selama 49 jam ditetapkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mirzaei dan Movahed (2013) yaitu, donat dengan penambahan hidrokoloid mengalami pengerasan pada penyimpanan 48 jam.

#### 3.4.1 Pembuatan Lumatan Ubi Kayu (Modifikasi Indriani, 2011)

1. Pemilihan ubi kayu yang berkualitas baik dan dikupas lalu dibersihkan
2. Ubi kayu dikukus sampai lunak  $30 \pm 1$  menit dengan  $75 \pm 5$  °C dengan perbandingan air dan ubi kayu 2:1.
3. Ubi kayu yang telah lunak ditiriskan lalu dihaluskan menggunakan *food processor* selama 1 menit.
4. Lumatan ubi kayu kemudian disaring menggunakan saringan stainless

### 3.4.2 Pembuatan Donat (Modifikasi Indriani, 2011)

**Tabel 3.2** Formulasi Bahan Pembuatan Donat Penambahan Ubi Kayu

Jenis Bahan	Berat (gram)				
	A1	A2	A3	A4	A5
Tepung Terigu	250	206,3	162,5	118,75	75
Ubi Kayu	-	43,8	87,5	131,25	175
Susu bubuk	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
Ragi instan	3	3	3	3	3
Gula pasir	30	30	30	30	30
Kuning telur	35	35	35	35	35
Margarin	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Garam	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Air	112,5	112,5	112,5	112,5	112,5
<b>TOTAL</b>	<b>216,5</b>	<b>216,5</b>	<b>216,5</b>	<b>216,5</b>	<b>216,5</b>

1. Tepung terigu dan lumatan ubi kayu ditimbang sesuai dengan formulasi
2. Bahan kering yaitu, tepung terigu, gula pasir, ragi, dan susu bubuk *full cream* yang telah ditimbang sesuai formulasi dicampur menggunakan *mixer speed 1* dengan pengaduk jenis *beater* selama 1 menit.
3. Kuning telur dan lumatan ubi kayu sesuai formulasi kemudian dicampur dan diaduk rata menggunakan *mixer speed 1* dengan pengaduk jenis *hook* selama 2 menit.
4. Margarin dan garam sesuai formulasi ditambahkan dan diaduk menggunakan *hook mixer* dengan *speed 1* selama 2 menit.
5. Air kemudian ditambahkan secara perlahan ke dalam adonan dan diaduk menggunakan *mixer speed 1* dengan pengaduk jenis *hook* selama 4-6 menit hingga adonan kalis.
6. Adonan donat kemudian diletakkan di dalam baskom dan ditutup dengan kain basah untuk difermentasi awal selama 60 menit dengan suhu 27-30°C.
7. Adonan tersebut kemudian ditimbang sebanyak 40 g dan dilakukan pembentukan donat.
8. Adonan donat kemudian difermentasi kembali pada 27-30°C selama 10 menit.
9. Adonan donat yang sudah difermentasi kedua kemudian digoreng selama 1-2 menit hingga warna kuning kecoklatan dengan suhu  $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$  menggunakan metode *deep frying*.

### **3.5 Analisis**

#### **3.5.1 Analisis Bahan Baku**

Analisis yang dilakukan pada ubi kayu, yaitu:

- a. Kadar air (SNI 01-2891-1992),
- b. Kadar lemak (AOAC, 2005),
- c. Kadar protein (AOAC, 2005),
- d. Kadar abu (AOAC, 2005)
- e. Kadar karbohidrat (*by difference*),
- f. Kadar total pati (SNI 01-2891-1992),
- g. Kadar amilosa (Riley *et al.* 2006), dan
- h. Kadar amilopektin (*by difference*).

#### **3.5.2 Analisis Donat**

Analisa yang dilakukan untuk mendapatkan optimasi terbaik konsentrasi penambahan ubi kayu pada donat meliputi:

- a. Kadar air (SNI 01-2891-1992),
- b. Tekstur profil (kekerasan, *recoverable*, dan *springiness*) dengan Brookfield CT3 *Texture Analyzer* (Faridah, 2015), dan
- c. Daya serap minyak (AOAC, 1995).

#### **3.5.3 Analisis Donat Optimal**

- a. Kadar air (SNI 01-2891-1992),
- b. Kadar lemak (AOAC, 2005),
- c. Kadar protein (AOAC, 2005),
- d. Kadar abu (AOAC, 2005),
- e. Kadar karbohidrat (*by difference*),
- f. Tekstur profil (kekerasan, *recoverable*, dan *springiness*) dengan Brookfield CT3 *Texture Analyzer* (Faridah, 2015), dan
- g. Daya serap minyak (AOAC, 1995).

Analisa kadar lemak, protein dan karbohidrat digunakan pula untuk menentukan angka kecukupan gizi dari produk donat dengan penambahan ubi kayu.

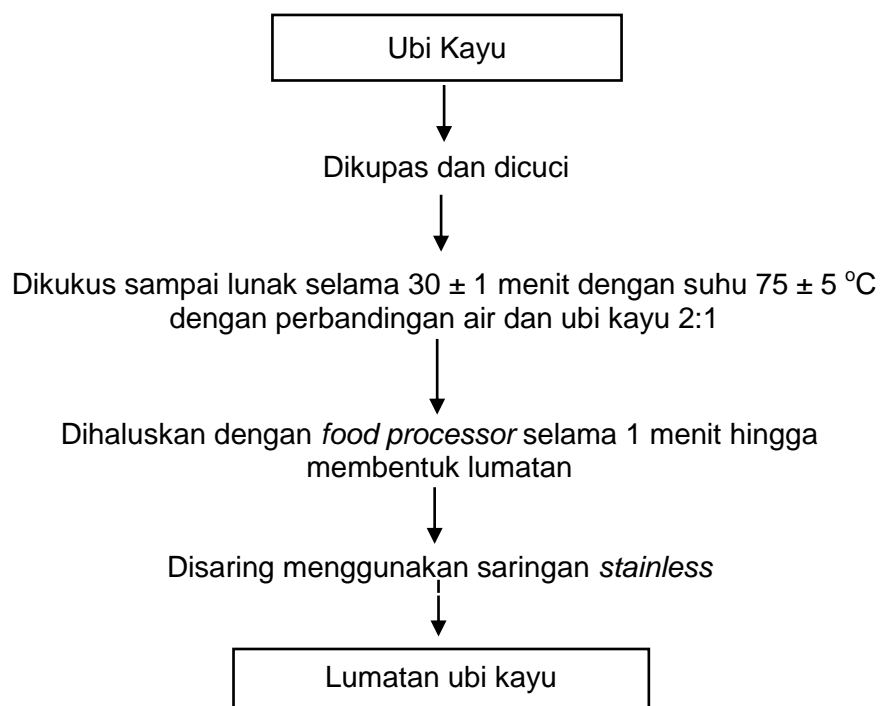
### 3.5.4 Analisis Data

Data hasil pengukuran profil tekstur selama 4 jam, 25 jam dan 49 jam dianalisa dengan *Minitab 17* menggunakan RAKF yang jika terdapat pengaruh antara waktu penyimpanan dan konsentrasi penambahan ubi kayu ( $P\text{-value} < 0,05$ ) maka dilanjutkan dengan uji BNT 5% kemudian data hasil pengukur profil tekstur selama 25 jam diolah menggunakan *Design Expert 7.0.0* metode RSM satu faktor dengan respon kekerasan ( $R_1$ ), *cohesiveness* ( $R_2$ ) dan *springiness* ( $R_3$ ) untuk mengetahui konsentrasi penambahan ubi kayu yang optimum. Analisa data RSM diawali dengan memilih design yang tepat sesuai nilai  $P\text{-value} < 0,05$ , pemilihan design dilihat berdasarkan nilai PRESS (*Predicted Residual Sum of Squares*) terendah. Selanjutnya dianalisa ragam (ANOVA) untuk mendapatkan persamaan akhir prediksi konsentrasi penambahan ubi kayu, kemudian akan dicari titik optimum berdasarkan model statistik yang telah ditentukan.

Analisa ragam (ANOVA) juga dilakukan pada data pengamatan kadar air dan daya serap minyak pada donat menggunakan aplikasi *Minitab 17* dengan nilai  $p < 0,05$  dan dilanjutkan dengan uji BNJ 5% untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan ubi kayu terhadap kadar air dan daya serap minyak.

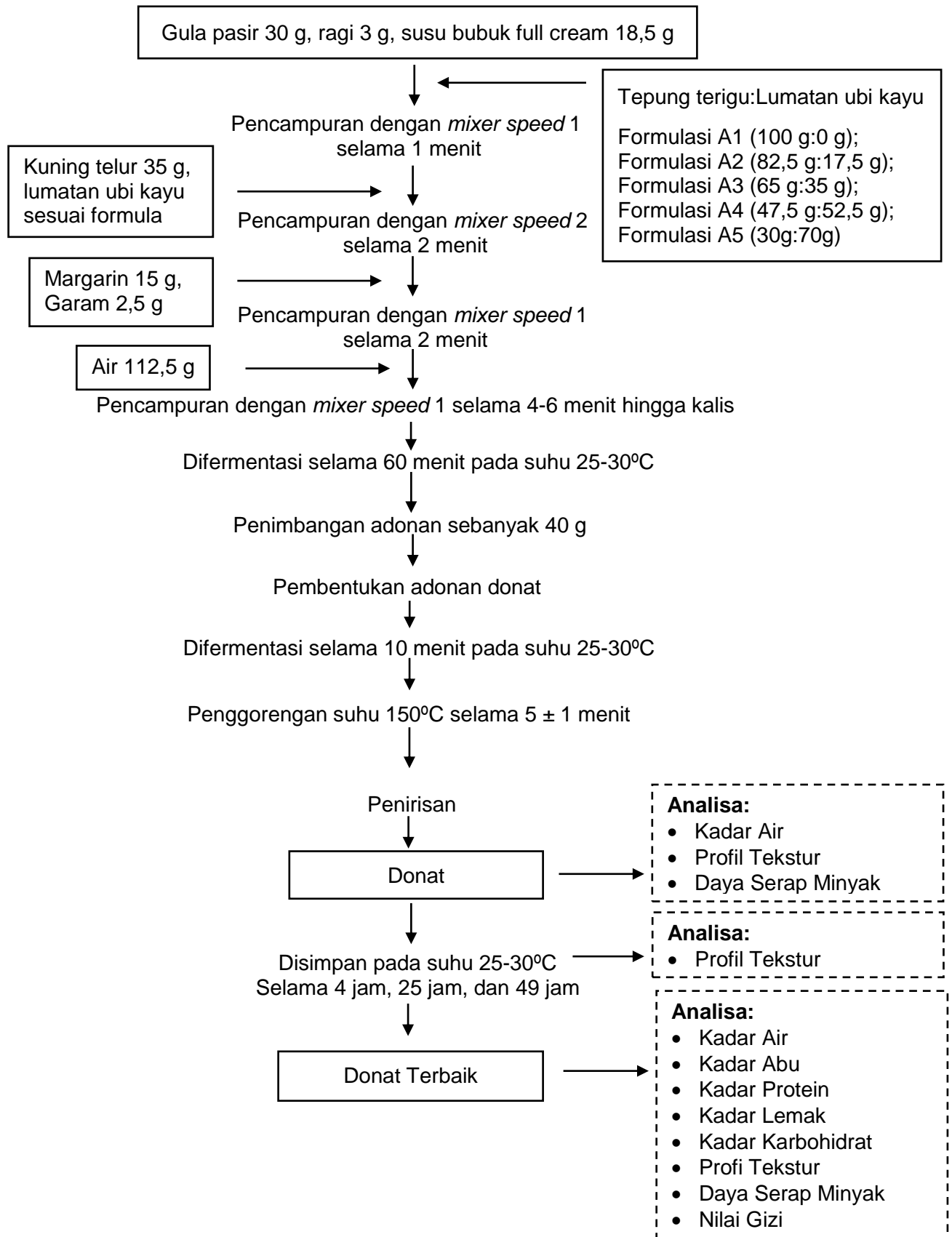
## 3.6 Diagram Alir Pengolahan

### 3.6.1 Pembuatan Lumatan Ubi Kayu Kukus



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pembuatan Lumatan Ubi Kayu  
(Modifikasi Indriani, 2011)

### 3.6.2 Pembuatan Donat Ubi Kayu



**Gambar 3.2** Diagram Alir Pembuatan Donat (Modifikasi Indriani, 2011)



## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Kimia Bahan Baku

Karakteristik kimia dari bahan baku ubi kayu segar merupakan parameter yang dapat mempengaruhi karakteristik akhir dari donat dengan penambahan ubi kayu. Karakteristik kimia yang dianalisa meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar pati, kadar amilosa dan kadar amilopektin dalam pati yang dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Data Karakteristik Kimia Ubi Kayu

Komponen	Ubi Kayu	
	Hasil Analisa	Literatur
Kadar Air (%bb)	57,35	59,68 <sup>a</sup>
Kadar lemak (%bb)	0,14	0,28 <sup>a</sup>
Kadar protein (%bb)	0,90	1,36 <sup>a</sup>
Kadar Karbohidrat (%bb)	40,70	38,06 <sup>a</sup>
Kadar pati (%bb)*	37,59	23,67 <sup>b</sup>
Kadar amilosa (%bb)**	24,63	20,82 <sup>c</sup>
Kadar amilopektin ( <i>by difference</i> ) (%bb)**	75,37	79,18 <sup>c</sup>

Keterangan: \*\* Kadar pati dalam ubi kayu

<sup>a</sup> = USDA (2016)

<sup>b</sup> = Nurdjanah, dkk. (2007)

<sup>c</sup> = Susilawati, dkk. (2008)

Kadar air ubi kayu yang cukup tinggi yaitu sebesar 57,35% akan mempengaruhi tekstur donat jika ditambahkan ke dalam adonan. Kadar air yang cukup tinggi pada adonan dapat menghambat terjadinya proses *staling* pada produk roti (Khatkar, 2016). Kadar lemak hasil analisa pada ubi kayu adalah sebesar 0,14%. Kandungan lemak pada bahan baku ubi kayu dapat memberikan sumbangan kandungan lemak total pada adonan. Menurut Aini (2014), kandungan lemak dalam adonan akan mempermudah pemotongan produk roti dan juga dapat menahan air, sehingga membuat masa simpan produk lebih panjang dan kulit produk lebih lunak.

Kandungan protein hasil analisa pada ubi kayu yaitu sebesar 0,9%. Protein pada ubi kayu dapat berperan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada donat, selain itu protein juga dapat memerangkap air sehingga

menghambat retrogradasi pati dan melunakannya tekstur donat (Aini, 2014). Kadar karbohidrat pada ubi kayu cukup tinggi yaitu sebesar 40,7%. Karbohidrat merupakan sumber utama bahan yang akan difermentasi oleh ragi pada adonan donat. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada ubi kayu dapat memberikan sumbangan karbohidrat jika ditambahkan pada adonan donat. Karbohidrat nantinya akan difermentasi oleh sel khamir *Saccharomyces cereviceae*, hasil fermentasi akan menghasilkan alkohol dan gas CO<sub>2</sub> yang mempengaruhi volume adonan dan *flavor* (Khatkar, 2016).

Kadar pati pada ubi kayu yaitu sebesar 37,59%. Kandungan pati yang cukup tinggi pada ubi kayu dapat mempengaruhi tekstur donat sehingga menjadi lebih lembut. Hasil pengujian pati pada ubi kayu mengandung amilopektin yang cukup tinggi yaitu sebesar 75,37%. Menurut Niken dan Adeprestian (2013), amilopektin dapat mengikat air sehingga mempengaruhi tekstur donat menjadi lembut. Sifat amilopektin yang dapat mengikat air tersebut selain memperlembut donat juga dapat mengurangi aktivitas air pada donat sehingga memperlambat *staling rate* (Lallemmand, 2016). Pati juga memiliki kandungan amilosa. Hasil analisa kadar amilosa pada kandungan pati pada ubi kayu yaitu sebesar 24,68%. Amilosa dapat dengan mudah dipecah secara keseluruhan menjadi gula maltosa oleh enzim beta-amilase serta dapat teretrogradasi dengan cepat saat terjadi penurunan suhu setelah tergelatinisasi sehingga berkontribusi terhadap pengerasan yang terjadi ketika *staling* (Lallemmand, 2016).

#### **4.2 Hasil Pengukuran *Staling Rate* Donat**

Proses *staling* merupakan salah satu parameter penurunan kualitas pada produk roti. Penyebab utama dari proses *staling* adalah perubahan bentuk pati, interaksi antara gluten dan pati serta perpindahan air (Schiraldi dan Fessas, 2001). Pada penelitian ini, proses *staling* donat ditandai dengan adanya perubahan beberapa profil tekstur yaitu, peningkatan kekerasan dan *recoverable* serta penurunan *springiness*. Pengukuran ketiga parameter tersebut dilakukan menggunakan *texture analyzer TexturePro CT V1.4*.

#### 4.2.1 Tingkat Kekerasan

Proses *staling* menyebabkan peningkatan kekerasan dan kehilangan kesegaran pada produk donat. Hasil ANOVA pengukuran kekerasan dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dan hasil uji lanjut BNJ 5% data pengukuran kekerasan pada donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

**Tabel 4.2** Analisa Ragam Kekerasan Donat

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi Ubi Kayu	4	410,083	102,521	799,90	0,000
Waktu	2	205,971	102,985	803,53	0,000
Konsentrasi Ubi Kayu*Waktu	8	197,628	24,703	192,74	0,000
Error	15	1,922	0,128		
Total	29	815,604			

**Tabel 4.3** Hasil Perbandingan Rerata Pegukuran Kekerasan Donat

Waktu (Jam)	0%	17,5%	35%	52,5%	70%
4	9,140 <sup>D</sup>	6,110 <sup>EF</sup>	5,165 <sup>F</sup>	<b>3,480<sup>G</sup></b>	6,840 <sup>E</sup>
25	19,690 <sup>A</sup>	20,625 <sup>A</sup>	10,795 <sup>C</sup>	6,285 <sup>EF</sup>	5,115 <sup>F</sup>
49	13,590 <sup>A</sup>	14,715 <sup>B</sup>	6,080 <sup>EF</sup>	5,360 <sup>F</sup>	10,770 <sup>C</sup>

Keterangan: 1) Data merupakan hasil rerata dari 2 ulangan  
2) Data didampingi notasi berbeda untuk menunjukkan perbedaan nyata BNJ ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.2** menunjukkan bahwa penambahan ubi kayu berpengaruh nyata terhadap kekerasan donat P value < 0,05 dan pada **Tabel 4.3** menunjukkan donat dengan penambahan ubi kayu sebanyak 52,5% dengan waktu penyimpanan 4 jam merupakan donat yang memiliki kekerasan terendah dan merupakan donat yang berbeda dengan donat perlakuan lainnya. Penurunan kekerasan donat seiring dengan meningkatnya konsentrasi penambahan ubi kayu juga terlihat pada lama waktu penyimpanan 25 jam. Penurunan kekerasan diduga disebabkan oleh kandungan air dan amilopektin yang tinggi pada donat dengan penambahan ubi kayu tersebut. Kandungan amilopektin yang cukup tinggi pada ubi kayu yaitu sebesar 75,37% memperlambat terjadinya peningkatan profil kekerasan pada donat. Menurut Mozafari (2017), amilopektin dapat mengikat air pada pati menjadi lebih kuat sehingga pergerakan air pada *crumb* melambat. Pengerasan yang melambat pada donat dengan penambahan ubi kayu juga diduga diakibatkan oleh adanya interaksi antara protein dan

amilopektin. Semakin tinggi konsentrasi penambahan ubi kayu maka akan meningkatkan kandungan amilopektin pada adonan sehingga interaksi protein dan amilopektin semakin meningkat. Saat pati tergelatinisasi dan protein terdenaturasi, terbentuk struktur ikatan yang menyebabkan peningkatan viskositas. Pembentukan jaring antara amilopektin dan protein terjadi di atas suhu gelatinisasi pati dan percabangan dari amilopektin akan berinteraksi dengan gugus hidroksil dari molekul protein (Imanningsih, 2012). Peningkatan viskositas tersebut menyebabkan tertahannya air pada adonan sehingga aktivitas air dari *crumb* menuju *crust* melambat dan pengerasan dapat diperlambat. Peningkatan kekerasan seiring dengan meningkatnya penambahan ubi kayu pada waktu penyimpanan 49 jam yang terjadi disebabkan oleh proses *staling*, karena selama penyimpanan produk akan terpapar udara dan terjadi perubahan suhu lingkungan sehingga memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik menjadi lebih keras (Mirzaei dan Movahed, 2013). Menurut Wu et al. (2009), substitusi tepung terigu menggunakan pasta umbi-umbian seperti kentang sebanyak 5 – 20% memberikan pengaruh terhadap kekerasan roti selama penyimpanan 3 hari. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan *water-binding capacities* dari pasta kentang dan dengan interaksi bersama pati yang berpengaruh terhadap retrogradasi pati. Kandungan protein yang tinggi pada donat tanpa penambahan ubi kayu akibat komposisi tepung terigu yang tinggi juga dapat mempercepat *staling* rate karena teksturnya yang semakin mudah mengeras. Menurut Kusnandar (2010), denaturasi protein akibat pemanasan dapat menyebabkan bahan pangan yang mengandung protein mengalami perubahan tekstur, kehilangan daya ikat air, atau mengalami pengkerutan. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan bahwa penambahan ubi kayu dapat memperlambat proses pengerasan pada donat.

Pada jam ke-49 terjadi penurunan kekerasan pada donat dengan konsentrasi 0%, 17,5%, 35% dan 52,5% hal ini disebabkan oleh RH ruangan yang tidak terkontrol sehingga terjadi penambahan kandungan air yang terserap pada donat yang membuat menurunnya kekerasan donat tersebut. Pada donat dengan penambahan ubi kayu sebanyak 70% terjadi penurunan kekerasan pada jam ke-25 lalu mengalami peningkatan pada jam ke-49 hal ini diduga disebabkan oleh kandungan air yang sudah cukup tinggi pada donat di awal waktu penyimpanan sehingga produk baru mengalami pengerasan di jam ke-49.

#### 4.2.2 Recoverable

Profil tekstur *recoverable* adalah kemampuan bahan menahan tekanan yang diberikan sampai tekanan tersebut terlepas. Hasil ANOVA pengukuran *recoverable* dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dan hasil uji lanjut BNJ 5% data pengukuran *recoverable* pada donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.4** Analisa Ragam *Recoverable* Donat

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi Ubi Kayu	4	62,726	15,6814	121,52	0,000
Waktu	2	31,678	15,8391	122,74	0,000
Konsentrasi Ubi Kayu*Waktu	8	36,017	4,5021	34,89	0,000
Error	15	1,936	0,1290		
Total	29	132,356			

**Tabel 4.5** Hasil Perbandingan Rerata Pegukuran *Recoverable* Donat

Waktu (Jam)	0%	17,5%	35%	52,5%	70%
4	4,000 <sup>CDE</sup>	3,025 <sup>EFG</sup>	2,595 <sup>EFG</sup>	1,720 <sup>G</sup>	3,190 <sup>DEF</sup>
25	8,080 <sup>A</sup>	9,325 <sup>A</sup>	4,530 <sup>BCD</sup>	2,535 <sup>FG</sup>	2,645 <sup>EFG</sup>
49	4,795 <sup>BC</sup>	5,905 <sup>B</sup>	2,835 <sup>EFG</sup>	2,705 <sup>EFG</sup>	4,500 <sup>BCD</sup>

Keterangan: 1) Data merupakan hasil rerata dari 2 ulangan  
2) Data didampingi notasi berbeda untuk menunjukkan perbedaan nyata BNJ ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.4** menunjukkan bahwa penambahan ubi kayu berpengaruh terhadap *recoverable* donat P value < 0,05 dan **Tabel 4.5** menunjukkan donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 17,5% selama penyimpanan 25 jam memiliki nilai *recoverable* yang paling tinggi dari donat lainnya. Secara fisik *recoverable* menyatakan kemampuan bahan untuk mempertahankan posisi semula setelah tekanan terlepas dari bahan tersebut sehingga semakin tinggi nilai *recoverable* maka semakin kokoh donat tersebut. Meningkatnya kemampuan menahan tekanan pada donat dengan penambahan ubi kayu tersebut diduga disebabkan oleh kandungan amilopektin yang ada pada donat dengan penambahan ubi kayu tersebut, selain itu rasio tepung terigu yang ada pada donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 17,5% juga cukup besar sehingga kandungan protein pada tepung terigu yaitu gluten menyebabkan donat memiliki keseragaman poros dan tingkat elastisitas yang baik. Hal tersebut

membuat donat dengan penambahan ubi kayu dengan konsentrasi yang tidak terlalu tinggi memiliki nilai *recoverable* yang paling besar. Menurut Koswara (2009), Sifat-sifat gluten yang elastis dan dapat mengembang ini memungkinkan adonan dapat menahan gas pengembang dan adonan dapat menggelembung seperti balon. Keadaan ini memungkinkan produk roti mempunyai struktur berongga yang halus dan seragam serta tekstur yang lembut dan elastis. Ubi kayu menyebabkan terjadinya peningkatan amilopektin pada adonan donat. Amilopektin cenderung mengikat air dan membentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali ketika di panaskan (Belitz *et al.*, 2009). Sifat tersebut yang juga menyebabkan produk donat dengan penambahan ubi kayu memiliki *recoverable* yang lebih tinggi dari donat tanpa penambahan ubi kayu, tetapi penambahan ubi kayu yang terlalu banyak dapat menyebabkan adonan memiliki *recoverable* yang rendah. Hal tersebut diduga disebabkan oleh kandungan gluten yang rendah karena rasio tepung terigu yang kecil sehingga adonan memiliki keseragaman pori yang tidak baik dan menjadi tidak kokoh, selain itu kandungan amilopektin yang tinggi akibat penambahan ubi kayu yang cukup banyak juga menyebabkan adonan menjadi terlalu lengket dan tidak kokoh (Arlene dkk., 2009).

Pada saat *staling* berlangsung selama penyimpanan maka produk roti akan mengalami pengerasan pada bagian *crumb* dan pelunakan pada bagian *crust* sehingga elastisitas berkurang yang menyebabkan terjadinya penurunan *recoverable* pada jam ke-49. Hal tersebut diduga disebabkan oleh adanya penyerapan air dari lingkungan sehingga pelunakan pada bagian *crust* terjadi. Menurut Khatkar (2016), ketika terjadi *staling* maka bagian *crust* akan menjadi lunak, alot dan *leathery* sehingga kehilangan kemampuan menahan tekanan sampai tekanan tersebut dilepaskan. Penambahan ubi kayu yang sesuai dapat meningkatkan *recoverable* selama proses penyimpanan sehingga dapat memperlambat *staling rate*.

#### **4.2.3 Springiness**

*Springiness* atau elastisitas merupakan tingkat elastisitas donat yang dapat kembali setelah donat menerima kompresi gaya di antara siklus kompresi pertama dan awal siklus kompresi kedua. Hasil ANOVA pengukuran *Springiness* pada donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

**Tabel 4.6** Analisa Ragam *Springiness* Donat

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi Ubi Kayu	4	0,2590	0,06476	0,98	0,445
Waktu	2	0,2626	0,13129	2,00	0,170
Konsentrasi Ubi Kayu*Waktu	8	0,4273	0,05342	0,81	0,603
Error	15	0,9861	0,06574		
Total	29	1,9351			

**Tabel 4.7** Rerata Pengukuran *Springiness* Donat

Waktu (Jam)	0%	17,5%	35%	52,5%	70%
4	4,545	4,270	4,510	4,200	4,285
25	4,515	4,330	4,130	4,245	4,300
49	4,125	3,825	4,380	4,130	4,245

Keterangan: 1) Data merupakan hasil rerata dari 2 ulangan

**Tabel 4.6** menunjukkan bahwa penambahan ubi kayu tidak berpengaruh nyata terhadap *springiness* donat P value > 0,05. **Tabel 4.7** menunjukkan donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu sebesar 0% atau tanpa penambahan ubi kayu selama penyimpanan 4 jam memiliki nilai *springines* yang paling tinggi jika dibandingkan dengan donat dengan penambahan ubi kayu. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya kandungan gluten yang cukup tinggi pada donat tanpa penambahan ubi kayu. Gluten merupakan suatu senyawa yang terdapat di dalam tepung terigu yang memiliki sifat kenyal serta elastis, yang diperlukan dalam pembuatan roti agar dapat mengembang dengan baik. Menurut Muchtadi dkk., (2011), gluten akan membentuk sifat liat atau elastis pada permukaan produk roti. Pada produk donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat bahwa penurunan nilai *springiness* selama waktu penyimpanan lebih sedikit jika dibandingkan dengan donat tanpa penambahan ubi kayu. Hal tersebut diduga disebabkan oleh kandungan air dan jumlah amilosa dan amilopektin yang cukup pada donat tersebut sehingga elastisitasnya dapat dipertahankan. Kandungan air yang rendah dapat mempercepat proses *staling* dan kehilangan elastisitas, seperti yang terjadi pada donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu sebesar 0%. Kandungan air yang rendah dan perubahan suhu selama penyimpanan akan membuat protein yang ada mengambil air yang dikeluarkan dari pati sehingga menyebabkan perubahan fraksi pada pati dengan cepat (Khatkar, 2016), selain itu penurunan elastisitas yang berjalan lambat juga dapat

disebabkan oleh rasio tepung terigu yang semakin berkurang. Selama proses penyimpanan akan terjadi retrogradasi pati, adanya gluten ketika proses retrogradasi pati terjadi akan menyebabkan distribusi air dari gluten ke pati sehingga menurunkan ketersediaan air sebagai *plasticizer* pada matriks gluten (Aini, 2014). Semakin banyak ubi kayu yang ditambahkan maka semakin sedikit pula kandungan tepung terigu sehingga ketersediaan air semakin tinggi dan elastisitas dapat dipertahankan.

Pada donat dengan konsentrasi tertinggi yaitu 70% nilai *springiness* cenderung lebih rendah, hal ini diduga disebabkan oleh terlalu tingginya kandungan air pada donat serta rendahnya kandungan protein terutama gluten sehingga menyebabkan rendahnya. Menurut Aini (2014) air yang masih ada setelah proses penggorengan akan perlahan-lahan menguap sehingga donat yang pada awalnya lembut akan menjadi keras dan kering. Kandungan air yang terlalu banyak akan menyebabkan lambatnya proses penguapan yang terjadi sehingga donat akan menjadi terlalu lunak dan kehilangan elastisitas, kandungan gluten yang sedikit juga menyebabkan elastisitas tidak cukup terbentuk pada donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu yang terlalu tinggi.

#### **4.3 Hasil Optimasi Penambahan Ubi Kayu terhadap Profil Tekstur Donat**

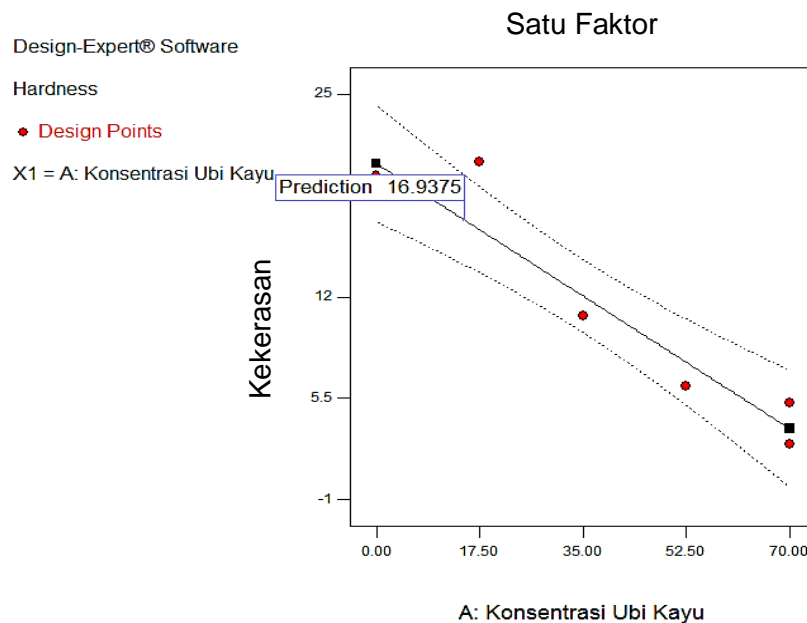
Donat merupakan salah satu produk roti yang mudah rusak. Pada proses penjualan, donat memiliki masa simpan yang lebih singkat tergantung pada faktor suhu, cahaya dan udara yang ada disekitarnya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan analisa profil tekstur pada donat yang telah disimpan selama 25 jam. Waktu penyimpanan 25 jam digunakan sebagai penentu optimasi dikarenakan pada waktu penyimpanan tersebut terdeteksi adanya perubahan karakteristik profil tekstur donat selaras dengan konsentrasi penambahan ubi kayu yang meningkat. Hasil analisa profil tekstur kekerasan, *recoverable* dan *springiness* pada donat dengan penambahan ubi kayu yang telah disimpan selama 25 jam secara berurutan yaitu berkisar 5,12 – 20,63 mJ, 2,54 – 9,33 mJ dan 4,13 – 4,52 mm. Data hasil analisa profil tekstur tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.8**. Tabel tersebut digunakan untuk menentukan titik optimal pada profil tekstur donat yang telah disimpan selama 25 jam.



**Tabel 4.8** Data Hasil Analisa Respon Profil Tekstur Donat

Std	Run	Konsentrasi Ubi Kayu (%)	Kekerasan (mJ)	Recoverable (mJ)	Springiness (mm)
3	1	17,50	20,63	9,33	4,33
6	2	70,00	5,19	2,70	4,31
7	3	35,00	10,80	4,53	4,13
4	4	52,50	6,29	2,54	4,25
5	5	70,00	2,59	4,37	4,29
2	6	0,00	19,78	8,47	4,44
1	7	0,00	19,06	7,69	4,59

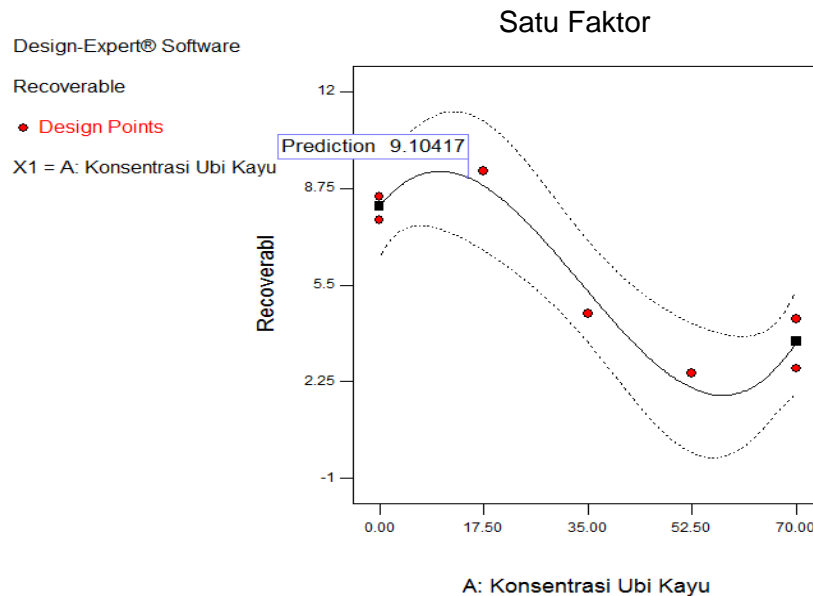
**Tabel 4.8** menunjukkan hasil pengukuran kekerasan tertinggi terdapat pada donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 17,5%, *recoverable* terendah pada konsentrasi 52,5% dan *springiness* terendah pada konsentrasi 35%. Data hasil analisis yang telah diperoleh diolah menggunakan *Design Expert 7.0.0*, selanjutnya akan didapatkan hasil analisa ragam, prediksi model persamaan (**Lampiran 2**) dan penentuan titik optimum profil tekstur yang diharapkan. Pada penentuan titik optimum penambahan ubi kayu dihasilkan grafik optimasi pada ketiga respon profil tekstur yaitu kekerasan, *recoverble*, dan *springiness*. Grafik optimasi untuk respon kekerasan dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Grafik Optimasi Kekerasan Pada Donat

Grafik optimasi kekerasan menunjukkan hasil kurva mengarah ke bawah adanya interaksi negatif antara kekerasan dan konsentrasi ubi kayu sehingga penambahan ubi kayu dapat menurunkan kekerasan pada donat. Kekerasan yang akan dihasilkan pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum diprediksi sebesar 16,9375 mJ. Hasil tersebut diverifikasi guna mendapatkan kesesuaian antara target dan verifikasi. Jika hasil verifikasi kurang dari 5% dari target yang ditentukan maka dapat dikatakan bahwa nilai prediksi sudah cukup sesuai. Penurunan kekerasan donat karena penambahan ubi kayu diduga disebabkan oleh kandungan air dan amilopektin pada ubi kayu yang terkandung dalam donat. Menurut Mozafari (2017), amilopektin dapat mengikat air pada pati menjadi lebih kuat sehingga pergerakan air pada *crumb* melambat. Hal tersebut membuat perpindahan air pada bagian *crumb* donat ke bagian *crust* menjadi lebih lambat sehingga pengerasan dapat diperlambat, selain adanya amilopektin penurunan kekerasan juga disebabkan oleh adanya interaksi antara protein dan amilopektin. Saat pati tergelatinisasi dan protein terdenaturasi, terbentuk struktur ikatan yang menyebabkan peningkatan viskositas. Pembentukan jaring antara amilopektin dan protein terjadi di atas suhu gelatinisasi pati dan percabangan dari amilopektin akan berinteraksi dengan gugus hidroksil dari molekul protein (Imanningsih, 2012).

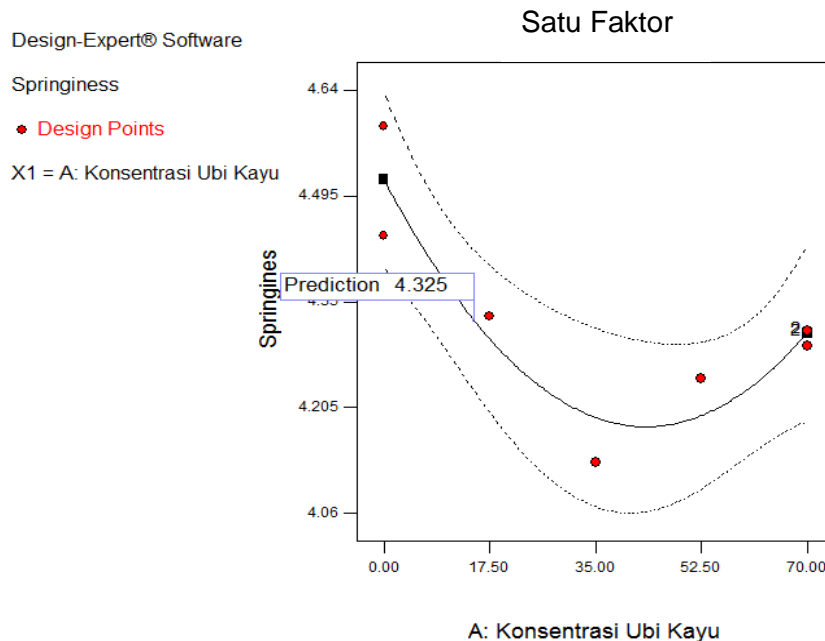
Rasio tepung terigu yang menurun seiring dengan penambahan ubi kayu juga menyebabkan kandungan protein pada adonan berkurang. Protein dapat memicu terjadinya pengerasan. Menurut Kusnandar (2010), denaturasi protein akibat pemanasan dapat menyebabkan bahan pangan yang mengandung protein mengalami perubahan tekstur, kehilangan daya ikat air, atau mengalami pengkerutan. Perubahan tekstur yang dapat terjadi karena denaturasi protein adalah pengerasan pada lapisan luar produk roti. Kehilangan daya ikat air juga dapat menyebabkan terjadinya pengerasan selama penyimpanan karena selama penyimpanan produk akan terpapar udara dan terjadi perubahan suhu lingkungan sehingga memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik menjadi lebih keras yang diakibatkan adanya aktivitas air dari *crumb* menuju *crust* (Mirzaei dan Movahed, 2013). Profil tekstur lain yang diolah yaitu *recoverable*. Hasil grafik optimasi *recoverable* pada donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Grafik Optimasi *Recoverable* Pada Donat

Grafik optimasi *recoverable* menunjukkan hasil kurva yang fluktuatif yaitu terjadi peningkatan nilai *recoverable* pada donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 17,5% lalu turun kembali sampai dengan penambahan ubi kayu sebesar 52,5% yang kemudian naik kembali ketika penambahan ubi kayu sebanyak 70%. Hasil prediksi profil *recoverable* yang akan didapatkan pada donat optimum adalah sebesar 9,10417 mJ. Penurunan nilai *recoverable* pada donat dengan penambahan ubi kayu lebih dari 17,5% diduga disebabkan oleh menurunnya kandungan protein pada adonan donat. Rasio tepung terigu yang rendah dapat menyebabkan menurunnya kandungan protein yang berdampak pada menurunnya kandungan gluten pada adonan donat sehingga adonan donat lebih rapuh dan kehilangan elastisitas. Menurut Koswara (2009), Sifat-sifat gluten yang elastis dan dapat mengembang ini memungkinkan adonan dapat menahan gas pengembang dan adonan dapat menggelembung seperti balon. Keadaan ini memungkinkan produk roti mempunyai struktur berongga yang halus dan seragam serta tekstur yang lembut dan elastis serta kokoh. Peningkatan yang terjadi pada donat dengan penambahan ubi kayu sebanyak 70% diduga disebabkan oleh meningkatkan kandungan amilopektin pada adonan donat sehingga adonan membentuk struktur yang kokoh dan mampu mempertahankan elastisitasnya. Penambahan ubi kayu diharapkan dapat meningkatkan *recoverable* pada donat karena kandungan amilopektin yang ada. Amilopektin

cenderung mengikat air dan membentuk lapisan-lapisan seperti untai tali ketika di panaskan (Belitz *et al.*, 2009). Profil tekstur lain yang diukur yaitu *springiness*. Hasil grafik optimasi *springiness* untuk donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



**Gambar 4.3** Grafik Optimasi *Springiness* Pada Donat

Grafik optimasi profil *springiness* pada donat dengan penambahan ubi kayu menunjukkan interaksi negatif sampai dengan konsentrasi ubi kayu 35% dan terjadi interaksi positif pada konsentrasi diatas 35%. Interaksi positif menandakan bahwa penambahan ubi kayu meningkatkan nilai *springiness* pada donat dengan penambahan ubi kayu sebesar 52,5-70%. Penurunan nilai *springiness* yang terjadi ketika ditambahkan ubi kayu kurang dari 52,5% diduga terjadi akibat belum cukupnya kandungan amilopektin pada adonan untuk membentuk struktur jaringan yang elastis dan kokoh sedangkan peningkatan *springiness* diduga dikarenakan kandungan amilopektin dan air yang ada pada ubi kayu. Kandungan air yang rendah dapat mempercepat proses *staling* dan kehilangan elastisitas. Kandungan air yang rendah dan perubahan suhu selama penyimpanan akan membuat protein yang ada mengambil air yang dikeluarkan dari pati sehingga menyebabkan perubahan fraksi pada pati dengan cepat (Khatkar, 2016). Hal

lain yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan *springiness* kembali pada donat dengan penambahan ubi kayu 52,5 – 70% yaitu kandungan air yang semakin bertambah akibat adanya penambahan ubi kayu. Kandungan air yang tinggi menyebabkan aktivitas ragi pada adonan donat meningkat sehingga pembentukan pori pada adonan donat semakin seragam (Khatkhar, 2016). Keseragaman pori pada adonan donat membuat donat menjadi semakin kokoh dan elastis sehingga nilai *springiness* dapat meningkat kembali.

#### 4.4 Penentuan Titik Optimum Profil Tekstur Donat

Pada proses penentuan titik optimum menggunakan *Design Expert 7.0.0* melalui tahapan evaluasi model respon, analisa ragam dari permukaan respon dan mengetahui normal plot of residual (**Lampiran 2**) terlebih dahulu. Penentuan titik optimum profil tekstur ditentukan berdasarkan nilai terendah dari profil kekerasan serta nilai tertinggi pada profil *recoverable* dan *springiness*. Hasil solusi titik optimum profil tektur yang disarankan dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.9** Solusi Titik Optimum Konsentrasi Penambahan Ubi Kayu Optimum

Konsentrasi Ubi Kayu (%)	Kekerasan (mJ)	Recoverable (mJ)	Springiness (mm)	Desirability	Keterangan
14,88	16,93	9,10	4,32	0,44	Selected
70,00	3,55	3,60	4,31	0,39	

Berdasarkan **Tabel 4.9** hasil analisa data menggunakan *Design Expert 7.0.0* didapatkan 2 buah solusi dengan hasil profil tekstur yang berbeda. Hasil solusi tersebut dipilih berdasarkan derajat ketepatan atau nilai *desirability* mendekati nilai 1.

#### 4.5 Verifikasi Hasil Optimum Profil Tekstur Donat

Tahap selanjutnya setelah titik optimum ditentukan adalah verifikasi. Verifikasi dilakukan untuk membuktikan kesesuaian prediksi titik optimum yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert 7.0.0* Hasil analisa profil tekstur untuk verifikasi dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10** Hasil Verifikasi Profil Tekstur Donat

	Konsentrasi Ubi Kayu (%)	Kekerasan (mJ)	Recoverable (mJ)	Springiness (mm)
<b>Target</b>		16,93	9,10	4,32
<b>Verifikasi</b>	14,88%	16,34 ± 0,41	9,27 ± 0,88	4,51 ± 0,21
<b>Persentase Selisih</b>		3,47%	1,82%	4,20%

Keterangan: 1) Data analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi

Berdasarkan **Tabel 4.10** dapat dilihat bahwa hasil rerata ketiga profil tekstur yaitu kekerasan sebesar 16,34 mJ, *recoverable* 9,27 mJ dan *springiness* sebesar 4,51 mm ketiganya memiliki nilai yang mendekati dengan target yang disarankan yaitu kekerasan 16,93 mJ, *recoverable* 9,10 mJ dan *springiness* 4,32 mm. Persentase selisih antara target dan verifikasi dari ketiga profil tekstur tersebut dengan target kurang dari 5%. Menurut Budiandari (2014), jika selisih hasil verifikasi dengan target kurang dari 5% maka nilai prediksi dikatakan tepat.

## 4.6 Karakteristik Donat

### 4.6.1 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu karakteristik kimia yang dapat mendukung paramater *staling* pada produk donat. Hasil analisis kadar air donat dengan berbagai konsentrasi penambahan ubi kayu berkisar 28,81–33,52% (Lampiran 4). Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) antara konsentrasi ubi kayu terhadap kadar air. Hasil analisis kadar air donat dengan penambahan ubi kayu dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

**Tabel 4.11** Data Hasil Analisa Kadar Air Donat

Konsentrasi Ubi Kayu (%)	Kadar Air (%)	BNJ (5%)
0	17,80 ± 0,01 a	
17,5	28,81 ± 0,01 b	
35	29,85 ± 0,01 bc	1,80
52,5	31,35 ± 0,00 c	
70	33,52 ± 0,00 d	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka dengan notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.11** menunjukkan kadar air donat mengalami peningkatan dengan penambahan konsentrasi ubi kayu. Kadar air yang semakin meningkat dikarenakan kandungan air yang semakin meningkat dengan adanya penambahan lumatan ubi kayu. Ubi kayu segar yang digunakan memiliki kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 57,35%. Proses pengukusan ubi kayu sebagai perlakuan awal pada saat akan ditambahkan pada adonan donat juga meningkatkan kadar air pada lumatan ubi kayu karena menurut Belitz *et al.* (2009), ketika dipanaskan amilopektin pada ubi kayu akan membentuk lapisan yang transparan, yaitu larutan dengan viskositas tinggi dan berbentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali sehingga dapat mengikat air, sehingga semakin besar konsentrasi ubi kayu yang ditambahkan maka kadar air donat akan semakin tinggi. Berbeda dengan ubi kayu, tepung terigu hanya memiliki kadar air sebesar 13,36% (USDA, 2017). Rendahnya kandungan air pada tepung terigu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air pada adonan donat. Meningkatnya kadar air pada donat juga dapat mempengaruhi proses *staling* yang terjadi. Kadar air yang cukup tinggi juga dapat menghambat terjadinya proses *staling* pada produk roti, karena bagian *crust* produk roti harus terhindar dari penangkapan air dan bagian *crumb* harus terhindar dari evaporasi (Khatkar, 2016).

#### 4.6.2 Daya Serap Minyak

Daya serap minyak merupakan kemampuan suatu bahan menyerap minyak pada saat proses penggorengan. Jumlah minyak yang terserap tergantung dari perbandingan antara lapisan tengah dan lapisan dalam. Semakin tebal lapisan tengah dan lapisan dalam maka semakin banyak minyak yang terserap. Hasil pengukuran daya serap minyak donat dengan penambahan ubi kayu dengan berbagai konsentrasi yaitu berkisar 9,93 – 18,83% (**Lampiran 4**). Hasil analisa daya serap minyak tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

**Tabel 4.12** Data Hasil Analisa Daya Serap Minyak Donat

Konsentrasi Ubi Kayu (%)	Daya Serap Minyak (%)	BNJ (5%)
0	9,57 ± 0,01 a	2,01
17,5	9,93 ± 0,01 b	
35	11,64 ± 0,00 c	
52,5	16,17 ± 0,01 cd	
70	18,83 ± 0,01 d	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka dengan notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan ubi kayu memberikan pengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) terhadap daya serap minyak donat. Daya serap minyak meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ubi kayu yang ditambahkan pada donat. Hal ini diduga karena meningkatnya kadar air seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi ubi kayu yang ditambahkan pada adonan donat. Menurut Dalimunthe dkk. (2012), penyerapan minyak dipengaruhi oleh suhu, lama penggorengan, sifat bahan dan porositas. Kadar air yang cukup tinggi pada ubi kayu merupakan salah satu sifat bahan yang dapat meningkatkan daya serap minyak pada donat dengan penambahan ubi kayu. Menurut Soekarto (1985), ketika proses penggorengan berlangsung maka air akan menguap keluar dari bahan, sehingga semakin tinggi kadar air suatu bahan mentah maka penguapan yang terjadi akan semakin banyak dan udara yang keluar juga lebih banyak membuat rongga atau pori yang ditinggalkan oleh udara akan diisi oleh minyak pada saat penggorengan oleh karena itu semakin tinggi kadar air pada bahan mentah akan menyebabkan semakin tinggi pula daya serap minyaknya. Ubi kayu memiliki kadar air sebesar 57,35%, sehingga semakin banyak ubi kayu yang ditambahkan maka semakin tinggi daya serap minyak pada donat tersebut.



## 4.7 Karakteristik Donat dengan Profil Tekstur Optimal

### 4.7.1 Karakteristik Kimia

Donat dengan konsentrasi penambahan ubi kayu optimum dianalisa kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan ubi kayu terhadap karakteritik kimia donat. Hasil analisa kimia donat dengan penambahan ubi kayu optimum dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

**Tabel 4.13** Karakteristik Kimia Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimal

Komponen	Hasil Analisa (Donat Optimum)	Literatur* (Donat)
Kadar air (%)	26,74	Maks. 40 <sup>a</sup>
Kadar abu (% bb)	0,86	Maks 7,4 <sup>a</sup>
Kadar protein (% bb)	6,26	5,31 <sup>b</sup>
Kadar lemak (% bb)	15,78	Maks. 33 <sup>a</sup>
Kadar karbohidrat ( <i>by difference</i> ) (% bb)	50,36	47,06 <sup>b</sup>

Keterangan : <sup>a</sup> = SNI 01-2000  
<sup>b</sup> = USDA (2016)

Hasil analisa kadar air donat dengan penambahan ubi kayu optimum memiliki kadar air sebesar 26,74% dan berdasarkan SNI 01-2000 kadar air maksimal pada donat adalah sebesar 40%. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tingginya daya serap minyak serta menurunkan elastisitas produk donat. Menurut Dalimunthe dkk. (2014), pada saat proses penggorengan air akan keluar melalui rongga-rongga makanan yang kemudian digantikan oleh minyak sehingga semakin tinggi kadar air maka daya serap minyak akan semakin tinggi. Kadar abu produk donat dengan penambahan ubi kayu optimum yaitu sebesar 0,86% dan berdasarkan SNI 01-2000 kadar abu maksimal pada produk donat yaitu sebesar 7,4%. Kadar abu berkaitan dengan kadar mineral produk dimana abu termasuk zat-zat anorganik. Rendahnya kandungan kadar abu pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum dapat disebabkan oleh tingginya kandungan kadar air pada donat tersebut.

Donat dengan penambahan ubi kayu optimum memiliki kadar protein sebesar 6,26%, lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar protein pada donat tanpa penambahan ubi kayu yaitu sebesar 5,31%. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan proporsi bahan tambahan kaya protein yang ada pada donat tanpa

penambahan ubi kayu. Selain itu ubi kayu memiliki kandungan protein yang lebih rendah daripada tepung terigu. Tepung terigu memiliki kandungan protein sebesar 11,98% (USDA, 2017). Komposisi tepung terigu yang tergantikan pada donat dengan penambahan ubi kayu menyebabkan menurunkan kandungan protein pada donat tersebut.

Donat dengan penambahan ubi kayu juga memiliki kandungan lemak dibawah nilai maksimal kadar lemak pada donat yaitu sebesar 15,78% sedangkan berdasarkan SNI 01-2000 kandungan lemak maksimal pada donat sebesar 33%. Kandungan lemak pada donat dipengaruhi oleh bahan baku sumber lemak seperti kuning telur dan margarin. Berdasarkan hasil tersebut maka donat dengan penambahan ubi kayu optimum telah memenuhi syarat SNI.

Parameter kimia lain yang dianalisa pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum adalah kadar karbohidrat. Kadar karbohidrat donat dengan penambahan ubi kayu optimum yaitu sebesar 50,36% sedangkan donat tanpa penambahan ubi kayu sebesar 47,06%. Kandungan karbohidrat pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum lebih tinggi jika dibandingkan dengan donat tanpa penambahan ubi kayu dapat dipengaruhi oleh kandungan ubi kayu yang ditambahkan. Ubi kayu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 40,70%. Proporsi kandungan tepung terigu pada produk donat juga berbeda sehingga dapat mempengaruhi hasil akhir dari kandungan karbohidrat pada donat tersebut.

#### 4.7.2 Karakteristik Fisik

Donat dengan penambahan ubi kayu optimum juga dianalisa fisik meliputi profil tekstur dan daya serap minyak. Analisa fisik dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan ubi kayu terhadap karakteristik fisik donat. Hasil analisa fisik donat dengan penambahan ubi kayu optimum dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

**Tabel 4.14** Karakteristik Fisik Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimum

Analisis	Hasil Analisa	Literatur
Daya serap minyak (%)	9,31 ± 0,004	5,39% <sup>a</sup>
Tekstur profil**		
Kekerasan (mJ)	16,34 ± 0,405	19,42*
Recoverable (mJ)	9,27 ± 0,881	8,08*
Springiness (mm)	4,51 ± 0,210	4,52*

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisa merupakan rerata dari 3 ulangan ± standar deviasi

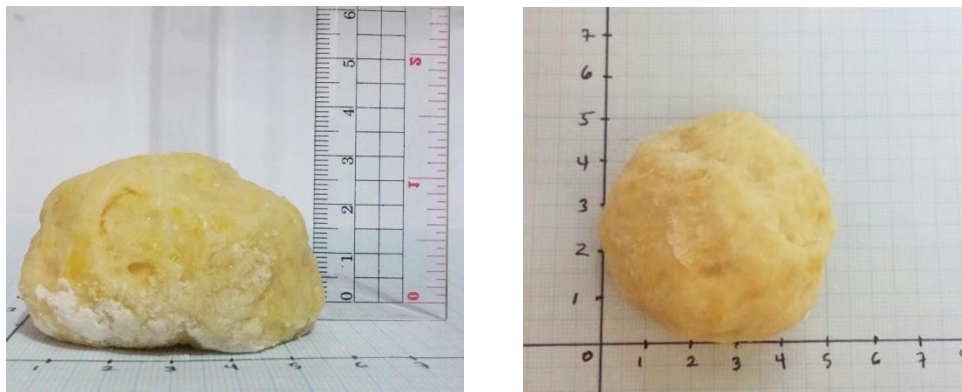
<sup>a</sup>= Mandei dan Indriaty (2011)

\* Data hasil analisa donat dengan penambahan ubi kayu 0% (kontrol)

Hasil analisa fisik daya serap minyak pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum lebih besar daripada literatur yaitu donat tanpa penambahan ubi kayu yaitu sebesar 9,31% sedangkan pada literatur sebesar 5,39. Hal ini disebabkan kandungan air yang lebih tinggi pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum. Kadar air yang lebih tinggi pada donat tersebut diduga dikarenakan penambahan ubi kayu pada adonan donat. Ubi kayu mengandung air yang cukup tinggi sehingga ketika ditambahkan ke dalam adonan donat akan meningkatkan kadar air pada donat. Kadar air yang tinggi dapat meningkatkan daya serap minyak pada donat. Menurut Soekarto (1985), ketika proses penggorengan berlangsung maka air akan menguap, semakin tinggi kadar air suatu bahan mentah maka penguapan yang terjadi akan semakin banyak dan udara yang keluar juga lebih banyak sehingga rongga atau pori yang ditinggalkan oleh udara akan diisi oleh minyak pada saat penggorengan oleh karena itu semakin tinggi kadar air pada bahan mentah akan menyebabkan semakin tinggi pula daya serap minyaknya.

Karakteristik fisik lain yang dianalisa pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum yaitu profil tekstur meliputi kekerasan, *recoverable* dan *springiness*. Hasil analisa kekerasan pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum yaitu sebesar 16,34 mJ, lebih rendah dari kekerasan pada donat tanpa penambahan ubi kayu yaitu sebesar 19,42 mJ hal ini disebabkan penambahan bahan yang memiliki kadar air yang cukup tinggi serta sifat pengikat air pada bahan ubi kayu. Menurut Wu at al. (2009), substitusi tepung terigu menggunakan pasta umbi-umbian seperti kentang sebanyak 5 – 20% memberikan pengaruh terhadap kekerasan roti selama penyimpanan 3 hari. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan *water-binding capacities* dari pasta umbi-umbian dan dengan interaksi bersama pati yang berpengaruh terhadap retrogradasi pati. Profil tekstur selanjutnya yang dianalisa yaitu *recoverable*. Hasil analisa *recoverable* donat dengan penambahan ubi kayu optimum yaitu sebesar 9,27 mJ, lebih tinggi jika dibandingkan dengan donat tanpa penambahan ubi kayu yaitu sebesar 8,08 mJ. Hal ini dikarenakan kandungan amilopektin yang tinggi pada ubi kayu. Amilopektin cenderung mengikat air dan membentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali ketika di panaskan (Belitz *et al.*, 2009). Sifat tersebut yang menyebabkan produk donat dengan penambahan ubi kayu memiliki *recoverable* yang lebih tinggi dari donat tanpa penambahan ubi kayu. Profil tekstur *springiness* juga dianalisa pada donat dengan penambahan ubi kayu optimum.

Hasil analisa *springiness* pada donat dengan penambahan ubi kayu lebih rendah sedikit jika dibandingkan dengan donat tanpa penambahan ubi kayu yaitu sebesar 4,51 mm sedangkan pada donat tanpa penambahan ubi kayu sebesar 4,52 mm. Perbedaan yang sangat sedikit ini disebabkan kandungan serat dan amilopektin ubi kayu pada donat dengan penambahan ubi kayu yang sedikit lebih tinggi sehingga membentuk membentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali ketika di panaskan (Belitz *et al.*, 2009). **Gambar 4.4** menunjukkan donat kentang perlakuan optimum setelah di *proofing* dua kali dan **Gambar 4.5** menunjukkan donat setelah proses penggorengan.



**Gambar 4.4** Adonan Donat Optimum Setelah Fermentasi ke-2



**Gambar 4.5** Donat Optimum Setelah Proses Penggorengan

#### 4.8 Informasi Nilai Gizi Donat

Donat dengan penambahan ubi kayu optimum juga dihitung informasi nilai gizinya sebagai acuan dan informasi bagi masyarakat umum mengenai nilai gizi dan kualitas produk pangan. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.51.0475, informasi nilai gizi adalah daftar kandungan zat gizi pangan pada label pangan sesuai dengan format yang dibakukan adapun angka kecukupan gizi (AKG) adalah suatu kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi semua orang menurut golongan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, aktivitas tubuh dan kondisi fisiologis khusus untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal. Informasi nilai gizi donat dengan penambahan ubi kayu optimum dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

**Tabel 4.15** Informasi Nilai Gizi Donat dengan Penambahan Ubi Kayu

Takaran Saji / <i>Serving size</i>		(1 kemasan): <b>40 g</b>
Jumlah sajian per kemasan : 1		
<b>Jumlah per sajian</b>		
<b>Energi Total 147 Kkal</b>		
		<b>%AKG*</b>
Lemak	6 g	9%
Protein	3 g	4%
Total Karbohidrat	20 g	6%

Keterangan = (\*) %AKG berdasarkan jumlah kebutuhan energi 2150 Kkal  
Nilai komponen kimia dan %AKG donat dengan penambahan ubi kayu optimum dibulatkan sesuai dengan peraturan Kepala BPOM No.HK.00.06.51.0475 Tahun 2005

Penentuan takaran saji pada informasi nilai gizi didasari oleh Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 9 tahun 2015 tentang Pengawasan Takaran Saji Pangan Olahan kategori 07.0 poin 07.2.2 tentang Produk Bakeri Istimewa Lainnya yaitu donat, *muffin*, *sweet roll*, dan *scones* harus mempunyai takaran saji sebesar 40-100 g. Donat dengan konsentrasi ubi kayu optimum yaitu 14,88% memiliki berat sebesar 40 gram, sehingga jumlah sajian sebanyak 1 buah.

## V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ubi kayu dapat berpengaruh terhadap *staling rate* produk donat berdasarkan profil tekstur. Konsentrasi penambahan ubi kayu optimum yaitu 14,88% dengan profil tekstur kekerasan sebesar 16,34 mJ, *recoverable* sebesar 9,27 mJ dan *springiness* sebesar 4,51. Penambahan ubi kayu juga berpengaruh terhadap kadar air dan daya serap minyak donat ( $\alpha=0,05$ ).

Donat dengan penambahan ubi kayu optimum memiliki karakteristik kimia yaitu kadar air 26,74%, kadar abu 0,86%, kadar protein 6,26%, kadar lemak 15,78% dan kadar karbohidrat 50,36% serta memiliki karakter fisik yaitu, daya serap minyak sebesar 9,31%. Kandungan nilai gizi donat dengan penambahan ubi kayu optimum dengan takaran saji 40 gram yaitu memiliki energi sebesar 147 kkal dengan angka kecukupan gizi lemak sebesar 9%, protein 4% dan karbohidrat 6%.

### 5.2 Saran

1. Rentang waktu pengujian profil tekstur disarankan tidak terlalu panjang sehingga perubahan tekstur pada tiap jamnya dapat terlihat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait perubahan mikrobiologi yang terjadi selama proses penyimpanan.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait profil tekstur yang dihasilkan selama proses penyimpanan pada donat dengan penambahan *emulsifier*

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. 2014. **Meminimalkan Proses Staling Pada Produk Bakeri**. Kulinologi Indonesia 12(6): 27-33
- Anshori, R. 1989. **Teknologi Fermentasi**. PAU IPB. Bogor
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 1995. **Official Methods of Analysis**. Washington, Association of Official Analytical Chemists
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 2005. **Official Methods of Analysis of Association Official Analytical Chemists International 18th Ed**. The Association of Official Analytical Chemists. Washington DC
- Apriyani, D.F. 2013. **Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu Dan Tepung Pati Garut (*Maranta Arundinacea L*) Pada Daya Kembang Dan Daya Terima Donat**. Naskah Publikasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Arlene, A., Witono, J.R., dan Fransisca M. 2009. **Pembuatan Roti Tawar Dari Tepung Singkong Dan Tepung Kedelai**. Simposium Nasional RAPI VII: 80-84
- Arsa, M. 2016. **Proses Pencoklatan (*Browning Process*) Pada Bahan Pangan**. Universitas Udayana. Denpasar
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. **Produksi Ubi Kayu Tahun 1993-2015**. Diakses tanggal 02 Mei 2017. <<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/>>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2002. **SNI 01-3541-2002: Margarin**. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1992. **Standard Nasional Indonesia No. 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan Minuman**. BSN. Jakarta
- Baking Industry Research Trust (BIRT). 2011. **BIRT Cake Doughnuts Information Sheet**. Diunduh 28 Juli 2017. <<http://www.bakeinfo.co.nz/>>
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). 2010. **Hasil Utama Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian**. Balitkabi. Malang. Hal. 22
- Bardiati, E., Adi, A.C., dan Nadhiroh, S.R. 2015. **Daya Terima Dan Kadar Betakaroten Donat Substitusi Labu Kuning**. Media Gizi Indonesia 10(2): 151-156

- Bargumono dan Wongsowijaya, S. 2013. **9 Umbi Utama Sebagai Pangan Alternatif Nasional**. Leutikaprio. Yogyakarta
- Belitz, H. D., Grosch, W., and Schieberle, P. 2009. **Food Chemistry 4th Revised and Extended Edition**. Springer. Berlin
- Cauvain, S. and Young, L.S. 2007. **Technology of Breadmaking**. Springer. UK
- Dalimunthe, H., Novelina, Aisma. 2014. **Karakteristik Fisik, Kimia Dan Organoleptik Donat Kentang Ready To Cook Setelah Proses Pembekuan**. Agroteknologi. Universitas Andalas. Padang
- Dunkin Donuts. 2014. **History of Dunkin' Donuts**. Diakses 18 Juli 2017. <<http://www.dunkindonuts.co.id/>>
- Faridah, H.M. 2015. **Pengaruh Jumlah Air dan Jenis Hidrokoloid terhadap Formula Roti Tawar Mini Bebas Gluten Berbasis Tepung Beras, Pati Jagung, dan Pati Singkong**. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fitria, N. 2012. **Pengaruh Substitusi Pati Ganyong dan Teknik Pengolahan Terhadap Sifat Organoleptik Donat**. Skripsi. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2017. **An Overview of Cassava in Sub-Saharan Africa**. Diakses 30 Juli 2017. <<http://www.fao.org/docrep/007/>>
- Imanningsih, N. 2012. **Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan**. Penel Gizi Makan 35(1): 13-22
- Indra. 2016. **Cara Menanam Singkong atau Ubi Kayu yang Benar Hasil Melimpah dan Berkualitas Tinggi**. Diunduh 18 Juli 2017. <<http://www.faanadanflora.com/>>
- Indrawan. 2014. **Peranan Lemak dalam Roti**. Kulinologi Indonesia 12(6): 24-26
- Indriani. 2011. **Donat Goreng dan Panggang**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- International Dairy Deli Bakery Association (IDDBA). 2013. **In-Store Bakery Product Knowledge Course 3: Donuts and Sweet Goods**. Diunduh 25 November 2017. <<https://www.iddba.org/>>



- Hidayat, B., Ahza, A.B., dan Sugiyono. 2007. **Karakterisasi Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L) Varietas Shiroyutaka Serta Kajian Potensi Penggunaannya Sebagai Sumber Pangan Karbohidrat Alternatif.** Teknologi dan Industri Pangan 18(1): 32-39
- Kementerian Perindustrian. 2016. **Impor Gandum Industri Pakan Melonjak.** Diakses 02 Mei 2017. <<http://agro.kemenperin.go.id/>>
- Khatkar, B.S. 2016. **Bread Industry and Processes.** Diunduh 18 Juli 2017. <<http://www.ddegjust.ac.in/studymaterial/pgdbst/>>
- Koswara. 2009. **Teknologi Pengolahan Donat.** Diunduh 23 Maret 2017 <<http://www.ebookpangan.com>>
- Kusnandar, F. 2010. **Kimia Pangan.** PT.Dian Rakyat: Jakarta
- Lallemand Inc. 2016. **Staling Cause and Effect.** Lallemand Baking Update 1(16): 1-2
- Lavabetha, A.R., Susanti, I., Fitri, Muhamat. 2012. **Usaha Pembuatan Donat Wortel Sebagai Alternatif Pangan Sehat.** Prestasi 1(2): 137-140
- Mandei J.H., Indriaty F. 2011. **Pengaruh Jenis Minyak Dan Suhu Penggorengan Terhadap Penyerapan Minyak Dan Cita Rasa Donat.** Penelitian Teknologi Industri 3(2): 54-59
- Manley, D. 1983. **Technology of Biscuit, Creackers and Cookies.** Ellis Horwood Limited. London
- Mirzaei, M., Movahed S. 2013. **Evaluation of Staling Rate and Quality of Gluten-Free Toast Breads on Rice Flour Basis.** Sciences, Engineering and Technology 5(1): 224-227
- Mozafari, M.R. 2007. **Nanomaterials and Nanosystems for Biomedical Applications.** Springer Science & Business Media, Dordrecht.
- Muchtadi, T.R. Sugiono, Ayustaningwarno. 2011. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan.** Alfabeta. Bogor
- Mudjajanto, E.S., Yulianti, L.N. 2004. **Membuat Aneka Donat.** Penebar Swadaya. Jakarta
- Mulyatiningsih, E. 2003. **Pengaruh Penambahan Jumlah Yeast Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Volume Donat.** Penelitian Saintek 8(1): 73-96

- Niken, A., Adepristian, D. 2013. **Isolasi Amilosa dan Amilopektin dari Pati Kentang**. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 2 (3): 57-62.
- Octaviani, N.M.A, Yuniarta, dan Purwantiningrum, I.. 2016. **Pengaruh Konsentrasi Pengemulsi Lesitin Dan Proporsi Tape Singkong Terhadap Kualitas Fisik, Kimia, Organoleptik Donat**. Pangan dan Agroindustr 4(1): 338-347
- Oktavia, D.A, Idiawati N., dan Destiarti L. 2013. **Studi Awal Pemisahan Amilosa Dan Amilopektin Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* Lam) Dengan Variasi Konsentrasi n-Butanol**. JKK 2(3): 153-156
- Prabawati, N. Richana, Suismono, 2011. **Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan**. Agro Inovasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Edisi 4-10. Jakarta. Hal. 2-3.
- Purhagen, J.K., Sjøo, M.E. dan Eliasson, A.C. 2008. ***Staling effects when adding low amount of normal and heat treated barley flour to a wheat bread***. *Cereal. Chem* 85(2):109-114
- Rahmiati, T.M, Purwanto, Y.A, Budijanto, S., dan Khumaida, N. 2016. **Sifat Fisikokimia Tepung dari 10 Genotipe Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Hasil Pemuliaan**. Agritech 36(4): 459-465
- Ratnaningsih, Rahardjo, B., Suhargo. 2007. **Kajian Penguapan Air dan Penyerapan Minyak Pada Penggorengan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) dengan Metode *Deep-Fat Frying***. Agritech 27(1): 27-32
- Riley, C.K., Wheatley, A.O., Asemota, H.N. 2006. ***Isolation and Characterization of Starches from Eight DioscoreaalataCultivars Grown in Jamaica***. African J of Biotech 17:1528-1536
- Safrizal, R. 2010. **Kadar Air Bahan**. Universitas Syiah Kuala. Aceh
- Schiraldi, A., Fessas, D. 2001. ***Mechanism of staling: An overview***. CRC Press. Hal 1-17.
- Shih, F.F., Daigle, K.W., and Clawson, E.L. 2001. ***Developmet of Low Oil-Uptake Donuts***. Journal of Food Science 66 (1): 141-144
- Soebiyano, T. 1986. **HFS dan Indutri Ubi Kayu Lainnya**. Gramedia. Jakarta
- Soekarto, S.T. 1985. **Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Pusbangtepa IPB. Bogor.

- Subagjo, A. 2007. **Manajemen Pengolahan dan Roti**. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Suprpto, H., Yuliani, Aliffah N. 2012. **Pengaruh Substitusi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Dan Media Penggorengan Terhadap Mutu Donat Ubi Jalar Ungu**. Teknologi Pertanian 7(2): 68-73
- Susilawat, S. Nurdjanah, S. Putri 2008. **Karakteristik Sifat Fisik Dan Kimia Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Berdasarkan Lokasi Penanaman Dan Umur Panen Berbeda**. Teknologi Industri dan Hasil Pertanian 13 (2): 59-72
- Tangkudung, M. 2014. **Perubahan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak goreng Curah, Minyak Jagung Dan Minyak Zaitun Setelah Proses Penggorengan Berulang**. Universitas Negeri. Gorontalo
- United State Department of Agriculture (USDA). 2017. **United States Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference Basic Report Wheat Flour**. Diakses 21 Mei 2017. <<http://www.ndb.nal.usda.gov/>>
- United State Department of Agriculture (USDA). 2017. **United States Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference Basic Report Basic Doughnut**. Diakses 21 Mei 2017. <<http://www.ndb.nal.usda.gov/>>
- Wardayati, K.T. 2012. **Bolongnya Donat**. Diunduh 18 Juli 2017. <<http://intisari.grid.id/Techno/Science/>>
- Wu, K.L., Sung, W.C., and Yang, C.H. 2009. **Characteristics Of Dough And Bread As Affected By The Incorporation Of Sweet Potato Paste In The Formulation**. J Mar Sci Technol 17:13-22.
- Yuwono, S.S., Susanto, T. 1998. **Pengujian Fisik Pangan**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Prosedur Analisa

### 1. Analisa Kadar Air Metode Gravimetri (Modifikasi, SNI 01-2891-1992)

Cawan aluminium dikeringkan dengan oven pada suhu  $130 \pm 3$  °C selama 15 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit. Sebanyak 2 g sampel donat ditimbang ke dalam sebuah cawan aluminium yang sudah diketahui bobotnya (cawan dikeringkan dahulu dalam oven sebelum digunakan untuk penimbangan) kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang konstan ( $\leq 0.0005$  g). Kadar air (%) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{w - (w_1 - w_2)}{w} \times 100\%$$

Keterangan

w = bobot sampel awal (g)

w<sub>1</sub> = bobot sampel dan cawan setelah dikeringkan (g)

w<sub>2</sub> = bobot cawan kosong (g)

### 2. Analisa Kadar Abu (AOAC, 2005)

Sampel sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya, kemudian diabukan ke dalam furnace pada suhu 600 °C selama kurang lebih 4 jam atau sampai diperoleh abu berwarna putih. Setelah itu cawan didinginkan dalam desikator sampai suhu ruang dan ditimbang.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{bobot abu (g)}}{\text{bobot sampel (g)}} \times 100\%$$

### 3. Analisa Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet (AOAC, 2005)

Sebanyak 5 g sampel yang telah dihaluskan dengan mortar, dibungkus dengan kertas saring dan ditutup kapas bebas lemak. Kertas saring berisi sampel tersebut diletakkan dalam alat ekstraksi soxhlet yang dirangkai dengan kondensor. Labu lemak yang telah diketahui beratnya dipasangkan dengan tabung ekstraksi pada alat destilasi soxhlet, kemudian diisi dengan pelarut hingga pelarut turun ke labu lemak. Selanjutnya dialirkan air pendingin dan alat

dinyalakan. Ekstraksi dilakukan 5 jam. Setelah itu, pelarut dengan lemak dipisahkan dengan cara diuapkan lalu labu yang berisi lemak dikeringkan pada oven suhu 105 °C selama 30 menit. Berat residu dalam labu lemak dinyatakan sebagai berat lemak atau minyak.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{berat lemak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

#### 4. Analisa Kadar Protein Metode Kjeldahl (AOAC, 2005)

Sebanyak 0,6 g sampel dimasukkan ke dalam tabung pedal dan diletakkan pada *disgestion block*, kemudian ditambahkan 2 butir tablet kjeldahl (mengandung  $K_2SO_4$  dan  $CuSO_4$ ) dan 2 ml asam sulfat pekat, larutan dikocok hingga larut dan didiamkan selama 5 menit. *Scrubber cup* dipasangkan pada *disgestion block* dan *disgestion block* diletakkan pada FOSS *Disgestor*, kemudian sampel didestruksi selama 3 jam (1 jam pada suhu 200 °C dan 2 jam pada suhu 400 °C). Setelah dingin ditambahkan 50 ml akuades. Tahap selanjutnya yaitu destilasi dilakukan dengan penambahan NaOH 30% sebanyak 30 ml lalu didestilasi sampai menghasilkan destilat minimal 15 ml. Gas ammonia yang dihasilkan ditampung dengan menggunakan asam borat 3% ditambahkan dengan indikator merah metil. Sampel dititrasi menggunakan HCl 0,02 N. Penetapan blanko dilakukan dengan cara yang sama tanpa menggunakan sampel.

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{\text{Volume HCl (sampel-blanko)} \times \text{NHCl} \times 14,007 \times 100}{\text{mg sampel}}$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \% \text{ N} \times \text{faktor konversi}$$

#### 5. Analisa Kadar Karbohidrat *By Difference*

$$\text{Kadar Karbohidrat (\%)} = 100\% - \text{Kadar (abu + air + lemak + protein)}$$

#### 6. Analisa Kadar Pati (SNI 01-2891-1992)

Sebanyak 5 g sampel dimasukkan dalam erlenmeyer 500 ml dan ditambahkan 200 ml HCl 3%, kemudian dididihkan selama 3 jam menggunakan pendingin tegak. Larutan dinetralkan dengan NaOH 30% dan ditambahkan sedikit  $CH_3COOH$  3% agar suasana larutan menjadi sedikit asam. Larutan

dipindahkan dalam labu ukur 500 ml dan ditepatkan hingga tanda tera dengan akuades kemudian disaring. Sebanyak 10 ml filtrat dipipet ke dalam erlenmeyer 500 ml dan ditambah dengan 25 ml larutan Luff, batu didih dan 15 ml akuades kemudian dipanaskan dengan nyala api tetap. Setelah mendidih selama 10 menit, erlenmeyer didinginkan di dalam bak berisi es. Setelah campuran dingin, dilakukan penambahan KI 20% sebanyak 15 ml dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25% sebanyak 25 ml. Campuran dititrasi menggunakan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 N dengan indikator pati 0.5% hingga diperoleh titik akhir.

Prosedur analisis yang sama diterapkan terhadap blanko. Perhitungan kadar pati dilakukan berdasarkan kandungan glukosa yang terukur pada titrasi sampel. Kadar glukosa dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ yang digunakan} = (V_b - V_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 10$$

Keterangan:

V<sub>b</sub> = volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan pada titrasi blanko

V<sub>s</sub> = volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan pada titrasi sampel

N = konsentrasi Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan untuk titrasi

Jumlah (mg) gula yang terkandung untuk ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan ditentukan melalui Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat diketahui hubungan antara volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 N yang digunakan dengan jumlah glukosa yang ada pada sampel yang dititrasi. Selanjutnya kadar glukosa dan kadar pati dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar glukosa (\%G)} = \frac{w \times fp}{w_1} \times 100$$

$$\text{Kadar pati (\%)} = \%G \times 0.90$$

Keterangan:

W = glukosa yang terkandung untuk ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan (mg) dari tabel

W<sub>1</sub> = bobot sampel fp = faktor pengenceran

Tabel 1 Penetapan Gula Menurut Luff Schoorl

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N (ml)	Glukosa, fruktosa dan gula inversi (mg)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N (ml)	Glukosa, fruktosa dan gula inversi (mg)
1	2,4	13	33.0
2	4,8	14	35.7
3	7,2	15	38.5
4	9,7	16	41.3
5	12,2	17	44.2
6	14,7	18	47.1
7	17.2	19	50.0
8	19.8	20	53.0
9	22.4	21	56.0
10	25.0	22	59.1
11	27.6	23	62.2
12	30.3		

## 7. Analisa Kadar Amilosa (Riley *et al.*, 2006)

Sebanyak 100 mg sampel tepung bebas lemak dimasukkan dalam labu takar 100 ml, dan ditambahkan 1 ml etanol 95% dan 9.0 ml NaOH 1 N. Setelah itu sampel dipanaskan dengan penangas air selama 10 menit dan ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak 5 ml sampel dipipet ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 1 ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 N dan 2 ml larutan iod (0.2% iod dalam 2% KI) lalu ditepatkan dengan akuades hingga tanda tera. Setelah dikocok, larutan didiamkan selama 20 menit dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm.

Pembuatan Kurva Standar Standar amilosa disiapkan dengan cara menimbang 40 mg amilosa murni ke dalam labu takar 100 ml, kemudian ditambahkan 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N. Larutan standar dipanaskan dalam penangas air selama 10 menit dan ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak masing-masing 1, 2, 3, 4, dan 5 ml larutan standar dipipet ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 N sebanyak 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, dan 1 ml, kemudian masing-masing tabung ditambahkan 2 ml larutan iod dan ditepatkan dengan akuades hingga tanda tera. Setelah didiamkan selama 20 menit, absorbansi dari intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Kurva standar dibuat sebagai hubungan antara kadar amilosa (sumbu x) dengan absorbansi (sumbu y). Kadar amilosa dalam sampel dihitung berdasarkan rumus berikut:



$$\text{Kadar amilosa} = \frac{C \times V \times F}{w} \times 100$$

Keterangan:

C = konsentrasi amilosa dari kurva standar (mg/ml)

V = volume akhir sampel (ml)

F = faktor pengenceran

W = berat sampel (mg)

Kandungan amilosa dalam sampel dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan amilopektin yang dihitung berdasarkan selisih total kadar pati dengan kadar amilosa.

#### 8. Analisa Daya Serap Minyak (AOAC, 1995)

- Wajan penggorengan ditimbang beserta minyak dengan jumlah tertentu
- Minyak dipanaskan dan ditambahkan bahan yang akan digoreng sesuai dengan kondisi dan waktu yang telah ditentukan
- Bahan diambil dari wajan penggorengan
- Wajan penggorengan yang terdapat minyak ditimbang

Daya serap minyak dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Daya Serap Minyak (\%)} = \frac{A-B}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Keterangan : A = Berat wajan dan minyak sebelum digoreng

B = Berat wajan dan minyak sesudah digoreng

## Lampiran 2 Analisa Respon Permukaan Profil Tekstur

### 1. Evaluasi Model Respon

#### a. Kekerasan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	1015,815	1	1015,815			
Linear vs Mean	324,7851	1	324,7851	55,99763	0.0007	Suggested
Quadratic vs Linear	0,602251	1	0,602251	0,084831	0.7853	
Cubic vs Quadratic	19,21361	1	19,21361	6,276199	0.0873	
Residual	9,184035	3	3,061345			
Total	1369,6	7	195,6572			

#### b. Recoverable

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	224,2492	1	224,2492			
Linear vs Mean	34,63894	1	34,63894	14,10551	0.0132	
Quadratic vs Linear	0,426594	1	0,426594	0,143975	0.7236	
Cubic vs Quadratic	9,070136	1	9,070136	9,781651	0.0522	Suggested
Residual	2,781781	3	0,92726			
Total	271,1667	7	38,73809			

#### c. Springiness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	131,4589	1	131,4589			
Linear vs Mean	0,049612	1	0,049612	3,131184	0.1370	
Quadratic vs Linear	0,060345	1	0,060345	12,78613	0.0233	Suggested
Cubic vs Quadratic	0,000225	1	0,000225	0,036187	0.8613	
Residual	0,018653	3	0,006218			
Total	131,5877	7	18,79825			

### 2. Analisa Ragam

a. Kekerasan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	324,7851	1	324,7851	55,99763	0.0007	significant
A-Konsentrasi Ubi Kayu	324,7851	1	324,7851	55,99763	0.0007	
Residual	28,9999	5	5,799979			
Lack of Fit	25,3607	3	8,453566	4,645837	0.1822	not significant
Pure Error	3,6392	2	1,8196			

b. Recoverable

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	44,13567	3	14,71189	15,86598	0.0241	significant
A-Konsentrasi Ubi Kayu	19,20582	1	19,20582	20,71244	0.0199	
A <sup>2</sup>	0,426594	1	0,426594	0,460059	0.5462	
A <sup>3</sup>	9,070136	1	9,070136	9,781651	0.0522	
Residual	2,781781	3	0,92726			
Lack of Fit	1,083131	1	1,083131	1,275284	0.3760	not significant
Pure Error	1,69865	2	0,849325			

c. Springiness

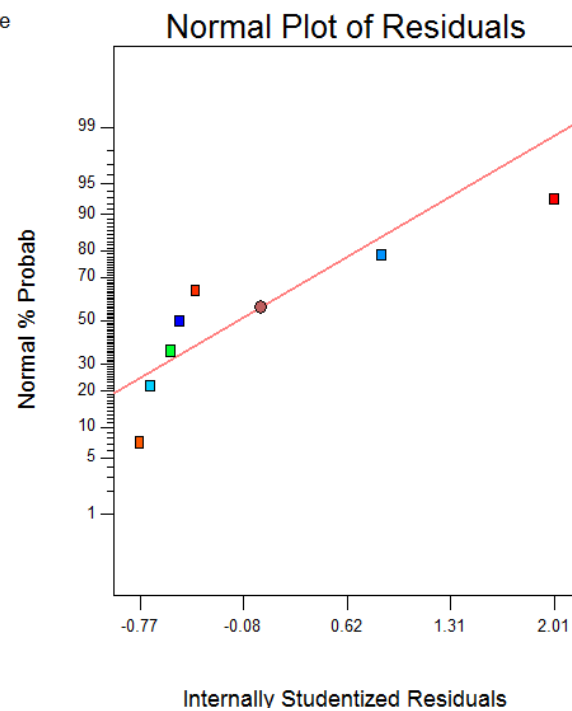
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	0,109957	2	0,054979	11,64911	0.0215	significant
A-Konsentrasi Ubi Kayu	0,049613	1	0,049613	10,51209	0.0316	
A <sup>2</sup>	0,060345	1	0,060345	12,78613	0.0233	
Residual	0,018878	4	0,00472			
Lack of Fit	0,007428	2	0,003714	0,648756	0.6065	not significant
Pure Error	0,01145	2	0,005725			

### 3. *Normal Plot*

#### a. Kekerasan

Design-Expert® Software  
Hardness

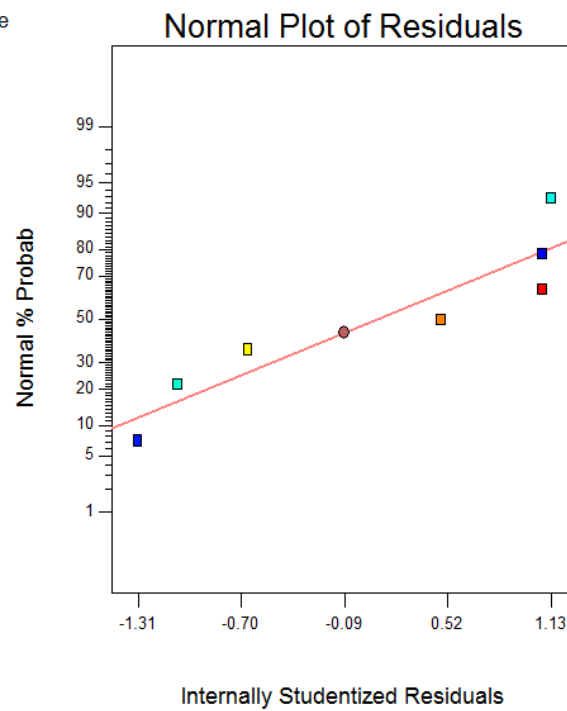
Color points by value of  
Hardness:



#### b. *Recoverable*

Design-Expert® Software  
Recoverable

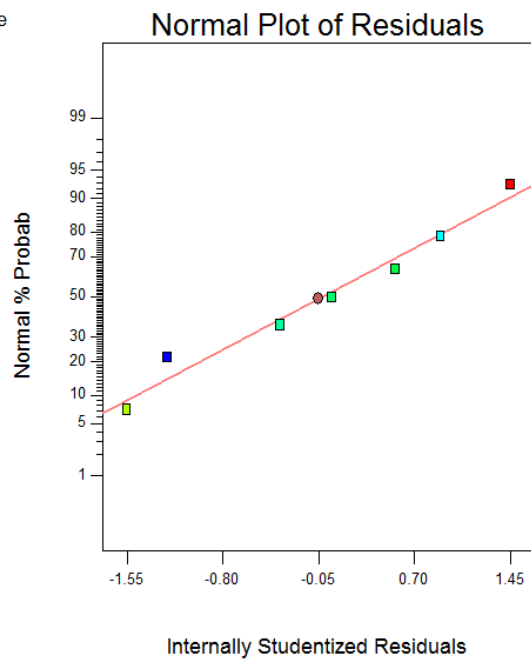
Color points by value of  
Recoverable:



c. *Springiness*

Design-Expert® Software  
Springiness

Color points by value of  
Springiness:



### Lampiran 3 Analisis Kadar Air Donat

<b>Sampel</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>	<b>Rerataan</b>	<b>Stdev</b>	<b>CV</b>
A1 (0%)	17,10%	18,74%	17,81%	17,88%	0,0082	4,60%
A2 (17,5%)	29,22%	29,22%	27,98%	28,81%	0,0071	2,48%
A3 (35%)	29,90%	30,69%	28,95%	29,85%	0,0087	2,92%
A4 (52,5%)	31,24%	31,65%	31,15%	31,35%	0,0027	0,86%
A5 (70%)	32,97%	33,82%	33,76%	33,52%	0,0048	1,42%

#### 1. ANOVA Kadar Air Donat

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>
Konsentrasi	4	442,949	110,737	246,73	0,000
Error	10	4,488	0,449		
Total	14	447,437			

#### 2. Model Summary

<b>S</b>	<b>R-sq</b>	<b>R-sq(adj)</b>	<b>R-sq(pred)</b>
0,669935	99,00%	98,60%	97,74%

#### Lampiran 4 Analisa Daya Serap Minyak Donat

Sampel	U1	U2	U3	Rerataan	Stdev	CV
A1 (0%)	8,93%	9,36%	10,42%	9,57%	0,0077	8,00%
A2 (17,5%)	9,66%	9,58%	10,55%	9,93%	0,0053	5,38%
A3 (35%)	11,62%	11,47%	11,82%	11,64%	0,0018	1,53%
A4 (52,5%)	15,23%	16,34%	16,94%	16,17%	0,0087	5,36%
A5 (70%)	20,04%	18,02%	18,42%	18,83%	0,0107	5,67%

#### 1. ANOVA Daya Serap Minyak Donat

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi	4	200,372	50,0929	89,27	0,000
Error	10	5,611	0,5611		
Total	14	205,983			

#### 2. Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,749088	97,28%	96,19%	93,87%

## Lampiran 5 Analisa Donat Optimum

### 1. Analisis Fisik Donat Optimum

Karakteristik	U1	U2	U3	Rerataan	Stdev	CV
Daya Serap Minyak	9,13%	9,00%	9,80%	9,31%	0,004	4,63%
Kekerasan (mJ)	15,88	16,63	16,52	16,34	0,405	2,48%
<i>Recoverable</i> (mJ)	9,00	10,25	8,55	9,27	0,881	9,51%
<i>Springiness</i> (mm)	4,67	4,58	4,27	4,51	0,210	4,66%



## Lampiran 6 Perhitungan AKG Donat dengan Penambahan Ubi Kayu Optimal

### Tahapan Penentuan Nilai Gizi Donat dengan Penambahan Ubi Kayu

#### Optimum

1. Takaran saji = 40 gram
2. Dalam 100 gram donat dengan penambahan ubi kayu 14,88% mengandung:

Lemak : 15,78 gram\*

Protein : 6,26 gram\*

Karbohidrat : 50,36 gram\*

(\* merupakan hasil analisa uji kimia)

3. Dalam 40 gram donat mengandung:

Lemak :  $\frac{40}{100} \times 15,78 = 6,31$  gram

Protein :  $\frac{40}{100} \times 6,26 = 2,50$  gram

Karbohidrat :  $\frac{40}{100} \times 50,36 = 20,14$  gram

4. Total kalori dari 40 gram donat:

Jumlah kalori Lemak :  $6,31 \times 9 = 56,81$  Kkal

Jumlah kalori Protein :  $2,50 \times 4 = 10,02$  Kkal

Jumlah kalori Karbohidrat :  $20,14 \times 4 = \underline{80,58}$  Kkal +

Total Kalori 147,40 Kkal ~ 147 Kkal\*

5. Penentuan AKG berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 9 tahun 2016 kolom umum

% AKG =  $\frac{\text{Jumlah zat tiap takaran saji (g)}}{\text{Jumlah zat berdasarkan DRV}} \times 100\%$

Lemak =  $\frac{6,31}{67} \times 100\% = 9,42\% \sim 9\%$

Protein =  $\frac{2,50}{60} \times 100\% = 4,17\% \sim 4\%$

Karbohidrat =  $\frac{20,14}{325} \times 100\% = 6,20\% \sim 6\%$

(\* Hasil nilai pembulatan berdasarkan peraturan Kepala BPOM No. HK. 00.06.51.0475 Tahun 2005)

## Lampiran 7 Daftar Istilah dan Satuan

Istilah	Keterangan	Satuan
Kekerasan	Usaha maksimal yang dibutuhkan untuk menekan bahan pangan	millijoule (mJ)
<i>Recoverable</i>	Kemampuan suatu bahan pangan pada untuk menahan tekanan sampai tekanan tersebut terlepas	millijoule (mJ)
<i>Springiness</i>	Jarak kemampuan kembali kebentuk semula suatu bahan pangan antara tekanan pertama dan kedua	millimeter (mm)
<i>Staling</i>	Kerusakan non mikrobiologi pada produk roti yang ditandai dengan lunak pada bagian <i>crust</i> dan keras pada bagian <i>crumb</i>	-
<i>Staling Rate</i>	Laju terjadinya proses <i>staling</i> pada produk roti	-

## Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian



Lumatan Ubi Kayu



Adonan Donat Setelah Fermentasi ke-1



Tinggi Adonan Donat Sebelum Fermentasi ke-2



Luasan Adonan Donat Sebelum Fermentasi ke-2



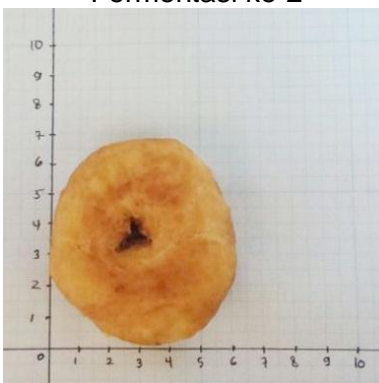
Tinggi Adonan Donat Sesudah Fermentasi ke-2



Luasan Adonan Donat Sesudah Fermentasi ke-2



Tinggi Donat



Luasan Donat



Pencampuran Bahan Kering  
dengan Pengaduk Jenis *Beater*



Pencampuran Bahan Basah  
dengan Pengaduk Jenis *Hook*



Pengadukan Adonan Hingga Kalis  
dengan Pengaduk Jenis *Hook*



Pengukuran Suhu Minyak 150°C  
Sebelum Proses Penggorengan